

Educação CTSA: uma análise a partir das ideias de Imre Lakatos e Hugh Lacey

STSE Education: an analysis based on the ideas of Imre Lakatos and Hugh Lacey

Grégory Alves Dionor ^a, Nei Nunes-Neto ^b, Dália Melissa Conrado ^c, Liziane Martins ^d

^a Departamento de Ciências Biológicas, Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, Brasil; ^b Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, Brasil; ^c Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Estudos Interdisciplinares e Transdisciplinares em Ecologia e Evolução, Universidade Federal da Bahia, Salvador, Brasil; ^d Departamento de Educação-Campus X, Universidade do Estado da Bahia, Teixeira de Freitas, Brasil.

Resumo. Relacionar História, Filosofia e Sociologia da Ciência com a Educação em Ciências vem ganhando cada vez mais espaço no âmbito da pesquisa e da prática, necessitando cada vez mais de avanços teóricos, práticos e valorativos. Uma possibilidade educacional que, para nós, viabiliza essa interlocução é a Educação CTSA (Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente). Muitos poderiam ser os focos de análise e aqui consideramos os estudos de Imre Lakatos e Hugh Lacey, pois acreditamos que tais teóricos possibilitam uma análise epistemológica acerca dos fundamentos do campo da pesquisa em Educação CTSA. Assim, objetivamos analisar, em uma revisão integrativa, como publicações do campo da pesquisa em Educação CTSA apresentam contribuições epistemológicas de Lakatos e Lacey em seus fundamentos. Após uma seleção criteriosa nas bases de dados, selecionamos um total de 30 trabalhos que discutem os fundamentos da Educação CTSA enquanto campo de pesquisa e prática, formando, assim, o *corpus* da pesquisa. A partir das análises desenvolvidas, percebemos que as publicações do campo da pesquisa em Educação CTSA apresentam, em maior ou menor alinhamento, contribuições epistemológicas de Lakatos e Lacey em seus fundamentos, principalmente a visão de ciência estruturada e parte de um todo, e o incentivo à participação pública nas decisões e regulamentações da ciência.

Palavras-chave:

Educação em Ciências, História e Filosofia das Ciências, Revisão Integrativa da Literatura.

Submetido em

16/06/2025

Aceito em

17/02/2026

Publicado em

20/03/2026

Abstract. Relating History, Philosophy and Sociology of Science with Science Education has been gaining more and more space in the scope of research and practice, increasingly requiring theoretical, practical and evaluative advances. An educational possibility that, for us, makes this dialogue possible is STSE Education (Science-Technology-Society-Environment). Many could be the focuses of analysis, and here we consider the studies of Imre Lakatos and Hugh Lacey as we believe that these theorists enable an epistemological analysis of the foundations of the field of STSE Education research. Thus, we aim to analyze, in an integrative review, how publications in the field of STSE Education research present epistemological contributions by Lakatos and Lacey in their foundations. After a careful selection in the databases, we selected a total of 30 papers that discuss the foundations of STSE Education as a field of research and practice, thus forming the *corpus* of the research. Based on the analyses carried out, we realized that publications in the field of STSE Education research present, to a greater or lesser extent, epistemological contributions from Lakatos and Lacey in their foundations, mainly the vision of structured science and part of a whole, and the encouragement of public participation in science decisions and regulations.

Keywords: Science Education, History and Philosophy of Science, Integrative Literature Review.

Introdução

“Meu filho nunca tomou vacina e está ótimo”, “Mas a evolução não é nada mais que uma teoria”, “Essa vacina vai alterar o DNA humano”, “Esse ano fez tanto frio e ainda dizem que existe aquecimento global”, “A Terra não é redonda, ela é plana”, “Tem um *chip* de inteligência artificial na vacina”, “Se a evolução é verdadeira, por que não vemos mais

macacos virando homens?”. Essas e tantas outras frases, que há alguns anos poderiam ser motivo de chacota, se ditas em público, agora estão, a cada dia, mais e mais presentes nas ruas, redes sociais e até dentro das casas de muitas pessoas; e assim como adentram os lares de milhares que assumem essas afirmações como verdadeiras, elas também acabam chegando nas nossas salas de aula.

Os movimentos negacionistas que atacam a ciência não são um elemento novo. Bernard Dixon, em 1973, já abordava a temática do negacionismo científico; em 1996, Hilton Japiassu retoma essa discussão frente a uma nova emergência do negacionismo científico (Dixon, 1973; Japiassu, 1996). Em período mais recente, Vilela e Selles (2020) discutem o avanço do negacionismo científico como um possível resultado de disputas político-ideológicas e da fragilidade dos processos de formação científica da população, que acentuou compreensões equivocadas da ciência.

Ao nos questionarmos como pode a ciência, que por muito tempo foi tida como uma das instituições sociais mais sólidas, confiáveis e de imagem ilibada, agora ser alvo das *fake news* de movimentos negacionistas, temos que pensar em como essa própria relação entre ciência e sociedade foi construída e mobilizada. Não estariam as próprias críticas sobre a visão que elaboramos de ciência servindo como plataforma para que os discursos negacionistas cresçam dentro e fora das escolas? Há mais de 20 anos, Bruno Latour refletiu que

Programas de pós-graduação inteiros ainda estão funcionando para garantir que as boas crianças americanas aprendam da maneira mais difícil que os fatos são inventados, que não existe acesso natural, não mediado e imparcial à verdade, que somos sempre prisioneiros da linguagem, que sempre falamos de um ponto de vista particular, e assim por diante, enquanto extremistas perigosos estão usando o mesmo argumento da construção social para destruir evidências duramente conquistadas que poderiam salvar nossas vidas (Latour, 2004, p. 227, tradução nossa).

Uma formação científica ou ainda uma formação para o ensino de ciências não assegura que as imagens de ciência difundidas dentro dos meios acadêmicos ou das salas de aula sejam as mais coerentes com as construídas dentro da prática científica e das discussões epistemológicas (Conrado & Conrado, 2016; Gil-Pérez *et al.*, 2001; Lima *et al.*, 2019; Scheid, Ferrari & Delizoicov, 2007). Assim, faz-se extremamente necessário mantermos e fortalecermos os debates que caminham em direção a visões cada vez mais adequadas do empreendimento científico, pois então seremos capazes não só de entender o que está por detrás dessa propagação de ideais do “[...] negacionismo científico, assim como de diferenciar a desconfiança dos negacionistas sobre as evidências factuais, das dúvidas e indagações sobre os processos e os fatos inerentes ao trabalho científico” (Vilela & Selles, 2020, p. 1730), mas de aprimorar o trabalho na educação em ciências realizada em nossas escolas.

Entender esses processos de construção e validação do conhecimento científico é a ocupação da “Filosofia da Ciência”, mais especificamente da “epistemologia”, a área da filosofia que, dessa forma, está vinculada aos debates sobre natureza, evolução e funcionamento da ciência (Dutra, 2017; Papineau, 1996). Porém, atualmente, sabemos que apenas a Filosofia da Ciência, por si só, não é suficiente para compreendermos toda a dimensão e a complexidade envolvidas, havendo a necessidade da colaboração de outros campos, como da História da

Ciência e da Sociologia da Ciência, e de até outros ramos da própria filosofia, como a ética (Moulines, 2020; Sganzerla & Oliveira, 2012).

Um dos principais autores que buscou contribuir para essa ampliação da compreensão de como a ciência funciona foi o húngaro, físico, filósofo da ciência e da matemática, Imre Lakatos (1922-1974). Ele elabora seus estudos em torno de contribuições que buscavam não só aperfeiçoar o falseacionismo (ou falsificacionismo) popperiano com base nas críticas realizadas por Thomas Kuhn, como também trazer uma visão histórica crítica mais forte dentro da compreensão de ciência, sem procurar definir regras metodológicas sobre a prática científica corrente, mas que auxiliasse em análises de caráter historiográfico (Lakatos, 1971).

Lakatos traz também a relevância do olhar político sobre as discussões da epistemologia, pois, para ele, compreender a ciência não é apenas “[...] um mero ponto técnico da epistemologia. Refere-se aos nossos valores intelectuais centrais, e tem implicações [...] até para a filosofia moral e política” (Lakatos, 1989, p. 9, tradução nossa). Logo, estabelecer a cientificidade de uma teoria somente por critérios internos à ciência é uma visão ingênua e descontextualizada da ciência, enquanto que delimitações apenas por critérios exteriores fazem com que a verdade de uma teoria (em especial nas Ciências Sociais) poderia estar sujeitada aos interesses de grupos sociais poderosos e, dessa maneira, a “*verdade reside no poder*” (Lakatos, 1989, p. 10, tradução nossa); dessa forma a cientificidade torna-se, assim, um mero instrumento de manutenção de relações de poder.

Apesar de propor um construto de definição de ciência de caráter mono-criterial — a Metodologia dos Programas de Pesquisa Científica —, os estudos de Lakatos contribuíram, ainda que indiretamente, para o reconhecimento das limitações de abordagens desse tipo. Ao evidenciar a complexidade do empreendimento científico, tais estudos reforçam a necessidade de perspectivas multi-criteriais e de elementos analíticos que extrapolem o domínio estrito da Filosofia da Ciência, uma vez que questões como “o que é ciência?” não podem ser adequadamente compreendidas e respondidas a partir de um único recorte epistemológico (Videira, 2005), ou seja, demandam que consideremos também contribuições da sociologia e da história das ciências, por exemplo.

Entretanto, Lakatos, apesar de valorizar as análises de conhecimentos teóricos e as práticas utilizadas e os frutos do trabalho científico, desconsidera a importância de discutirmos os valores imbuídos no pensar e no fazer ciência. Em Karl Popper, já é possível percebermos vínculos da epistemologia com outras divisões da filosofia como a ética, visto que ele questionava uma alegada neutralidade moral da ciência, indo contra o que era defendido em seu tempo (Sganzerla & Oliveira, 2012). Assim, Popper traz a “responsabilidade moral do cientista”, em que o contexto moral do qual o cientista advém acaba sendo um ponto de partida para todo conhecimento científico (Popper, 1999). Isso porque, como colocado por Sganzerla e Oliveira (2012, p. 343):

Em qualquer campo do saber, mesmo naqueles domínios mais remotos em relação a uma aplicação direta do conhecimento, o pesquisador não consegue escapar ou subtrair-se da esfera moral. Sua atitude diante do próprio conhecimento e do fazer científico já denotam um certo horizonte moral, sustentado numa determinada base ética.

Também para Kuhn, as escolhas científicas são diretamente influenciadas pelos valores dos cientistas, por isso, devemos questionar e avaliar mais atentamente as escolhas e determinações teóricas realizadas (Kuhn, 1977). Dessa forma, apesar de não citar explicitamente como se dá essa influência dos valores na ciência, o autor estadunidense fomenta uma visão mais abrangente nas possibilidades de repensarmos a própria ciência (Bezerra, 2012).

A partir de Lakatos e Kuhn, encontramos mais destaque às influências sócio-históricas nas definições da ciência, e um dos elementos mais determinantes das questões sócio-históricas são justamente os valores. Dessa forma, aumenta-se a importância dos valores para a compreensão do empreendimento científico (Lopes, 2014). Apesar disso, as contribuições lakatosianas não avançam nesse ponto; assim, a relação entre ciência e valores talvez seja um dos principais pontos não abordados da obra desse autor. Porém, é importante ressaltarmos que não estamos apontando isto enquanto uma limitação ou desqualificação da obra de Imre Lakatos, mas apenas indicando essa ausência como um possível tema que o autor, em seu tempo, não aderiu à sua agenda de pesquisa, mas que, hoje, vemos como necessário tensionarmos.

Avançando um pouco mais nessa discussão, cronologicamente e teoricamente, um dos autores que vem contribuindo fortemente para esse tópico – ciência e valores – é o filósofo da ciência australiano Hugh Lacey. Um dos pontos centrais de sua obra se dá ao realizar a crítica à ideia de ciência livre de valores, ideia essa que se baseia na concepção de que a ciência seria (ou deveria ser): (i) imparcial, sendo o processo de escolha e avaliação de teorias conduzido apenas por valores cognitivos; (ii) neutra, logo as consequências das teorias escolhidas (como os conhecimentos gerados e as tecnologias produzidas) seriam aplicáveis e viáveis em qualquer contexto; e (iii) autônoma, pois a atividade científica não responderia, nem dependeria institucionalmente de grupos sociais específicos e estaria preocupada apenas com a produção do conhecimento de forma imparcial e neutra.

Criticando essas ideias, Lacey afirma que, em nossa sociedade, devido à dependência da ciência em relação a incentivos e financiamentos, geralmente atrelados aos interesses de certos grupos, não é possível termos uma ciência autônoma e imparcial, ainda que ele mesmo defenda a necessidade de a ciência ocorrer de forma imparcial durante suas avaliações e escolhas teóricas, (justificando, inclusive, o próprio objetivo central da ciência) (Lacey, 1999).

Outro ponto levantado por Lacey está relacionado ao que ele chama de “metodologias descontextualizadas” (Lacey, 2009, p. 683). Esse termo refere-se às construções teórico-metodológicas científicas que atingiram uma certa hegemonia na qual as metodologias utilizadas nas práticas científicas visam desconsiderar todas as forças sociopolíticas e econômicas que as influenciam, de forma que elas “[...] implicam a desconexão dos objetos investigados de seu lugar no mundo dos valores e da experiência humana” (p. 687). Como grande parte do incentivo e investimento na pesquisa vem de grupos políticos e econômicos que têm interesse que seus valores e posições estejam embutidos nas produções tecnocientíficas e seus artefatos, essa desconexão acaba sendo uma das principais razões para o estabelecimento dessa hegemonia metodológica (Lacey, 2009).

A escolha por esses dois autores da filosofia da ciência como pilares da nossa análise não se deu de forma arbitrária. Tal decisão buscou abarcar teóricos que, partindo de uma similaridade, complementam-se em suas diferenças. Tanto Imre Lakatos quanto Hugh Lacey partem de uma perspectiva da ciência pós-positivista, em que seus estudos trazem relações com a superação do positivismo lógico. Entretanto, enquanto Lakatos se localiza em um tempo-espaço mais próximo dos positivistas lógicos, Lacey está em um momento mais distante das perspectivas dos positivistas. Outra distância entre esses filósofos está na abordagem de compreensão da ciência, pois, ao passo que Lakatos parte de uma perspectiva epistemológica mais internalista, isto é, ligada a fatores internos para explicar o desenvolvimento da ciência relacionada aos fatos (se aproximando da própria epistemologia em si), Lacey defende um entendimento da ciência que relaciona mais explicitamente fatores internos e externos (fatores sociais e tecnológicos), bem como mais ligada aos valores, (conectando-se, assim, à ética e a uma visão social da ciência).

Entretanto, as contribuições de Lakatos e Lacey não se restringem apenas às discussões da epistemologia; elas acabam por alcançar também um outro campo atravessado pela ciência: a Educação em Ciências. Isso ocorre, pois, a área que busca relacionar os campos da História, da Filosofia e da Sociologia da Ciência – HFSC – com a Educação em Ciências vêm ganhando cada vez mais espaço no âmbito da pesquisa e da prática, necessitando cada vez mais de avanços teóricos, práticos e valorativos (Gatti & Nardi, 2016; Matthews, 2014, 2015, 2018; Prestes & Silva, 2018).

Nesse sentido, as questões epistemológicas, no contexto escolar, consistem

[...] em ensinar aos alunos a pensar criticamente, ir além das interpretações literárias e dos modos fragmentados de raciocínio. Aprender não apenas a compreender, mas ter acima de tudo a capacidade e competência de problematizar dialeticamente a teoria e a práxis educacional. Os alunos deverão aprender uma Epistemologia que lhes permita a busca de elementos de diferentes áreas do conhecimento, e de engajar-se em novos tipos de questionamentos de formulação de problemas apropriados para a transformação da realidade educacional (Tesser, 1995, p. 97).

Desde a crise do positivismo lógico, passando pela consolidação da filosofia da ciência clássica do século XX, e a fase historicista (Moulines, 2020), muitas discussões epistemológicas avançaram; concomitantemente, diversas mudanças nas teorias e práticas no ensino de ciências também estavam acontecendo, em especial, começou-se a questionar as influências da filosofia positivista sobre o ensino de ciências (Villani, 2001). Ou seja, a ideia positivista de que a melhora no ensino de ciências dependeria somente de adequações metodológicas e de conteúdos foi contraposta por novos estudos, como as pesquisas inspiradas no Construtivismo ou no Modelo da Mudança Conceitual (Villani, 2001). A partir disso, é perceptível que os pensamentos de autores da epistemologia, como Popper, Kuhn e Lakatos, começaram a influenciar diretamente aqueles que construíam novas formas de se conceber a Educação em Ciências.

Assim, os grandes projetos da década de 60 não escondiam sua filiação com posições empiristas e o domínio do behaviorismo na correspondente pesquisa não foi casual. Analogamente, o resgate das ideias alternativas dos alunos e da necessidade de superá-las parece ecoar os esforços de Popper na promoção das ideias falsificacionistas, assim como a

proposta do Modelo de Mudança Conceitual reconhece explicitamente a inspiração nas teses de Lakatos. Analogamente, as críticas ao modelo e as novas propostas apresentam fortes ressonâncias com algumas das teses de Kuhn e Feyerabend (Villani, 2001, p. 176).

Também não podemos nos esquecer das relações entre o ensino de ciências, as concepções de sociedade e de ciência existentes, e os valores que as permeiam, pois a práxis do “[...] ensinar ciência faz parte de uma atividade humana inevitavelmente ligada a concepções sobre a sociedade, a cultura, os valores e a política, estando, portanto, sujeita a múltiplas influências que devem ser reconhecidas e avaliadas” (Rufatto & Carneiro, 2009, p. 270).

Ademais, a inserção dos arcabouços históricos e filosóficos no ensino de ciências pode

[...] humanizar as ciências e aproximá-las dos interesses pessoais, éticos, culturais e políticos da comunidade; podem tornar as aulas de ciências mais desafiadoras e reflexivas, permitindo, deste modo, o desenvolvimento do pensamento crítico; podem contribuir para um entendimento mais integral de matéria científica, isto é, podem contribuir para a superação do mar de falta de significação que se diz ter inundado as salas de aula de ciências, onde fórmulas e equações são recitadas sem que muitos cheguem a saber o que significam; podem melhorar a formação do professor auxiliando o desenvolvimento de uma epistemologia da ciência mais rica e mais autêntica, ou seja, de uma maior compreensão da estrutura das ciências bem como do espaço que ocupam no sistema intelectual das coisas (Matthews, 1995, p. 165).

Corroborando com algumas dessas vantagens, Silveira (1996) afirma que utilizar a epistemologia racionalista crítica de Popper e Lakatos possibilitaria: (i) perceber que um ensino de ciências que parta somente do “método indutivo” é inadequada, pois somente a experimentação e a observação não são suficientes para abordar a construção do conhecimento científico em toda a sua abrangência e sua diversidade; (ii) utilizar, quando possível e necessário, a observação e a experimentação de forma adequada, ressaltando que elas estão impregnadas de teoria e influenciadas pelos nossos conhecimentos prévios; (iii) apresentar o conhecimento científico como uma construção humana que visa à descrição, às compreensões e às ações sobre a realidade; e (iv) entender que a obtenção de novos conhecimentos acontece a partir de conhecimentos anteriores, inclusive pelo abandono de teorias antigas que se tornam inadequadas e, para isso, podemos utilizar de nossas capacidades criativas, racionais e intuitivas.

Assim, conseguiríamos contribuir no combate às imagens deformadas da ciência (concepção atórica e empírico-indutivista, exata, infalível, algorítmica, rígida, aproblemática, ahistórica, dogmática, fechada, exclusivamente analítica, de crescimento linear, individualista, elitista e socialmente neutra) e na promoção de visões adequadas e das características essenciais do trabalho científico (recusa do “método científico” e de uma ideia de conhecimentos obtidos por “dados puros” advindos de inferência indutiva, importância da investigação no pensamento divergente, e desenvolvimento científico com coerência global e socialmente contextualizada) (Gil-Pérez *et al.*, 2001).

Porém, há trabalhos que buscam estabelecer conexões entre os estudos da epistemologia da ciência - especificamente os estudos de Imre Lakatos - e o ensino de ciências, como nos trabalhos de Niaz (1998) e de Silva, Nardi e Laburú (2008), que buscaram, a partir das ideias lakatosianas, estruturar propostas estratégicas para o ensino de Química e de Física,

respectivamente; o estudo de Chang e Chiu (2008) que, por meio dos programas de pesquisa, construíram uma estrutura para análise de indicadores argumentativos sobre questões sociocientíficas; e o de Teixeira (2024) que buscou examinar a Educação CTS como um programa de pesquisa dentro da área de Educação em Ciências. Dessa forma, vemos a necessidade de que mais trabalhos busquem, não só elaborar estratégias e ferramentas didáticas a partir dos construtos da HFSC, mas também visem analisar arcabouços teórico-epistemológicos da Educação em Ciências. Ademais, vemos como promissor o uso de elaborações lakatosianas, visto que os programas de pesquisa por ele propostos conseguem abarcar características tanto empíricas, quanto interpretativas dos modelos e teorias utilizados no ensino de ciências (Chang & Chiu, 2008); porém, desde que realizados avanços até mesmo quanto às críticas aqui colocadas anteriormente.

Das universidades e dos laboratórios de pesquisa até o ensino de ciências na educação básica, muito já se avançou na quebra da influência dessa visão equivocada de neutralidade do conhecimento científico (Delizoicov & Auler, 2011), mas ainda temos uma estrada a ser percorrida até que em todos os âmbitos uma visão de ciência de certa forma mais adequada (que considera aspectos sócio-históricos e políticos da/na ciência - como aquela proposta por Lakatos, e que traz a preocupação com a dimensão dos valores, assim como enfatizado por Lacey) se popularize. Uma possibilidade educacional que, a nosso ver, viabiliza essa inserção das concepções epistemológicas de Lakatos e Lacey na Educação em Ciências é por meio da Educação CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade)¹.

Originado entre as décadas de 1960-1970, o Movimento CTS analisa e atua nas relações entre as esferas da Ciência, da Tecnologia e da Sociedade em áreas como epistemologia, educação, políticas públicas, entre outras (Dionor, 2018). Esse movimento objetiva, como um dos seus focos, compreender e tecer críticas acerca dos efeitos negativos e prejudiciais do uso de artefatos tecnocientíficos por meio de lentes como a da ética, ressaltando a importância desses entendimentos para uma Educação em Ciências mais crítica e empenhada com a participação popular e com os valores democráticos (Vilela & Selles, 2020).

Ainda conforme o Movimento CTS/CTSA, também precisamos, para além de nos voltarmos aos estudos dos processos científicos por si sós e de sua socialização, não perder de vista a compreensão de como se dá a participação de diferentes sujeitos nesses mesmos processos científicos (Vilela & Selles, 2020). Em outras palavras, a forma como entendemos e

¹Na literatura, é possível encontrar a sigla CTSA (Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente), que se diferencia pelo retorno à ênfase nas questões ambientais abordadas. Inclusive, concordamos e nos alinhamos com esses referenciais. Porém, como alguns dos autores e autoras consultados para este texto referem-se sempre a CTS, mantivemos assim a sigla neste momento, mas, em alguns outros momentos do texto, utilizaremos CTSA, por ser a perspectiva à qual mais nos alinhamos. Surgem, assim, os estudos que seriam denominados posteriormente como Movimento CTS (Ciência – Tecnologia – Sociedade). Entre o final da década de 1980 e início dos anos 1990, no intuito de enfatizar os impactos na esfera ambiental, retomando-a como mais um foco principal de análise, estudiosos desses movimentos, inicialmente em países como Canadá e Israel, acrescentam um 'A' (Ambiente) à tríade CTS, resultando na sigla CTSA (Aikenhead, 2000; 2005; Cavalcanti; Costa; Crispino, 2014; Pedretti, 2003; Santos, 2008; Toller, 1991). Ressaltamos, inclusive, que a inclusão do 'A' na sigla não significa que ele não estava contido em CTS, mas que se pretende dar uma maior ênfase às questões ambientais, de modo que esta esfera não fique subjugada ou abordada de forma insuficiente ou mesmo silenciada no contexto das práticas ligadas à Educação em Ciências (Vilches; Gil-Pérez; Praia, 2011). Esta ênfase determinada pela inclusão do 'A' surge devido a essa preocupação com o Ambiente – um dos pontos centrais na gênese do movimento – ter se diluído nos estudos ao longo do tempo; em outras palavras, uma das principais razões para o início do Movimento CTS precisava voltar à tona, sendo resgatada com o devido destaque nas discussões.

estudamos a ciência precisa estar direcionada a questionar a maneira como a ciência se elitizou, além da preocupação em construir uma imagem de cientistas não como detentores do conhecimento, mas, sim, como produtores de conhecimentos social e historicamente situados; “[...] e que a sociedade precisa conhecer e valorizar os processos de produção de conhecimentos para participar da tomada de decisões sobre suas aplicações nas políticas públicas” (Vilela & Selles, 2020, p. 1733), de forma consciente e justificada. Ademais, na Educação CTSA e nas suas vertentes e abordagens também há uma preocupação para com uma Educação em Ciências que propõe um ensino de ciências como uma construção carregada de valores (Hodson, 1998; Pedretti & Nazir, 2011).

Em sua tese, Cardoso (2017, p. 141) buscou justamente compreender as aproximações entre Lacey e CTS, sintetizando-as em quatro conexões principais:

(A) Os valores da filosofia de Lacey e da educação CTS se alinham, no sentido em que ambas estão engajadas na transformação social direcionada ao bem-estar amplo; (B) A filosofia de Lacey contribui para i) discutir a complexidade das relações CTS por meio de valores e, com isso, permite ii) a superação de crenças (advindas do modelo linear de desenvolvimento) que limitam a participação pública em assuntos tecnocientíficos; (C) O desenvolvimento autêntico proposto por Lacey se distancia das tradições CTS do hemisfério Norte e se aproxima do PLACTS [Pensamento Latino-Americano em Ciência-Tecnologia-Sociedade] devido: i) ao endosso à participação pública na escolha de estratégias (participação na agenda de pesquisa), ii) necessidade de se voltar para o contexto e as prioridades locais; (D) Lacey contribui para o autoconhecimento do professor comprometido com as relações CTS, auxiliando-o a refletir e concretizar seus desejos e objetivos educacionais por meio dos valores.

A autora também apresenta um esquema que mostra os pontos de vínculo entre a abordagem de Lacey e CTS (Figura 1):

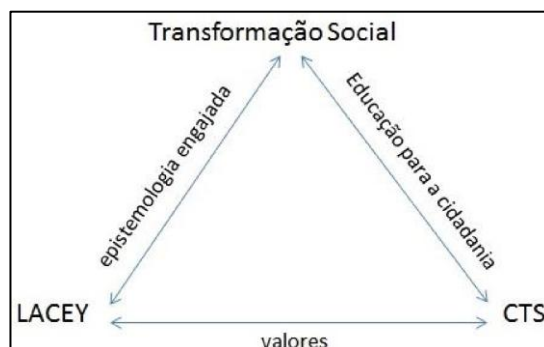


Figura 1. A associação entre os valores em Lacey e CTS (extraído de Cardoso, 2017, p. 147).

Sobre a Figura 1, a própria autora coloca que, da mesma forma que ideais de Lacey convergem para as bases CTS, os princípios do campo CTS² podem ser percebidos nas obras de Lacey,

² A Educação CTSA como área de pesquisa pode ser compreendida como um campo, amplo, contendo diferentes Programas de Pesquisa Lakatosianos (como as vertentes de educação CTSA de Pedretti e Nazir, 2011; e a vertente de educação ambiental CTSA de Steele, 2014). Desta perspectiva, então, cada uma das vertentes descritas por estas autoras ('Aplicação e Design', 'Histórica', 'Raciocínio Lógico', 'Centrada em valores', 'Sociocultural', 'Sócio-ecojustiça' e 'Educação ambiental'), seria um Programa de Pesquisa Lakatosiano próprio, com seu respectivo núcleo duro e cinturão protetor e sua heurística negativa e positiva, apesar de eles poderem estabelecer pontos de contato e até trocas mais profundas, como nas '*trading zones*', descritas por Peter Gallison (Kemman, 2021). Desde outra perspectiva, entretanto, poderíamos entender as pesquisas em Educação CTSA como um todo, independentemente das diferenças entre as vertentes descritas por Pedretti e Nazir ou Steele, como um grande Programa de Pesquisa Lakatosiano único, em contraponto com outros Programas de Pesquisa

com ambos apontando os valores para a mesma direção. Apesar de diferentes frentes de atuação, tanto o Movimento CTS, quanto os pressupostos de Lacey, visam a mudança do *status quo*, ou seja, uma transformação de caráter social que mobiliza os elementos de desenvolvimento tecnocientífico: enquanto Lacey caminha para essa transformação através de uma filosofia engajada, o Movimento CTS defende uma educação voltada para a cidadania, que preze pela formação de cidadãos mais participativos, críticos e com a capacidade de se posicionarem frente à tecnociência. Dessa forma, para além desses dois referenciais se aproximarem em seus objetivos (uma realidade socioambiental mais próxima ao bem-estar de todos), Lacey e CTS também mobilizam valores compatíveis e mutualmente reforçadores, em que “Lacey fornece maior clareza para Educação CTS quanto o enfoque CTS contribui com a sociedade participativa que Lacey almeja” (Cardoso, 2017, p. 148).

Outros trabalhos também visam desenvolver melhor essa relação entre a abordagem de Lacey sobre a ciência e a Educação CTSA (e.g Biscaino, 2018; Dambros & Pasqualli, 2020), mas, o que gostaríamos de destacar é a necessidade de que o estudo sobre valores também adentre a Educação em Ciências, bem como considere arcahouços teóricos como aquele proposto na obra de Lakatos. Assim, temos como objetivo deste trabalho analisar se e como publicações do campo da pesquisa em Educação em Ciências vinculadas à Educação CTSA apresentam e se utilizam das contribuições epistemológicas de Lakatos e Lacey em seus fundamentos.

Percurso Metodológico

De modo a alcançarmos o objetivo estabelecido, estruturamos a pesquisa enquanto uma revisão integrativa da literatura (Rodrigues, Sachinski & Martins, 2022; Whittemore & Knalf, 2005). Nesse método, encontramos uma forte rigorosidade na seleção do *corpus* que compõe a pesquisa, com etapas e critérios bem definidos e justificados, de modo a combater certos enviesamentos (aproximando-se da revisão sistemática e distanciando-se da revisão narrativa), mas, ainda assim, havendo certa liberdade dos autores no processo de análise dos dados, inferências e interpretações dos resultados extraídos do *corpus* ou sem exigir certas categorizações ou análises independentes de pesquisadores (aproximando-se da revisão narrativa e afastando-se da sistemática) (Ercole, Melo & Alcoforado, 2014; Flor *et al.*, 2021; Mendes, Silveira & Galvão, 2008).

Sendo assim, os estudos de revisão integrativa proporcionam um olhar mais interpretativo dos elementos em análise, ou seja, mais coerente com os estudos no campo educacional, em que objetos, sujeitos e fenômenos tão complexos e variados dificultam suas compreensões por certos caminhos (Vosgerau & Romanowski, 2014).

Para uma melhor estruturação e compreensão da pesquisa, dividimos o percurso metodológico empregado neste trabalho em três etapas. Para a primeira etapa – o

Lakatosianos (como Ensino por Investigação; Aprendizagem Baseada em Problemas, Educação por HFSC). Para fins de nosso argumento no presente artigo, assumimos como pressuposto a primeira perspectiva, de que a Educação CTSA contém sete Programas de Pesquisa Lakatosianos. Porém, cabe notar que, este ponto não é objeto da presente análise, de modo que não aprofundaremos sobre os conceitos específicos de Lakatos e de Lacey. Em vez disso, apenas utilizamos esses referenciais como base para a criação das categorias de análise e, desse modo, para direcionar as discussões sobre a presença das concepções desses autores no material analisado.

levantamento da literatura –, buscamos em bancos de dados os trabalhos que procuravam discutir as bases de fundamentação do campo de pesquisa e prática da Educação CTSA, para que pudéssemos, a partir da análise desses trabalhos, compreender como contribuições teóricas de Lakatos e Lacey se apresentam nessas pesquisas.

Os bancos de dados selecionados foram sites de indexação de periódicos, sendo eles: (i) Periódicos CAPES³, por este ser um dos maiores acervos científicos nacionais, com mais de 23.600 periódicos indexados, como informado no site oficial da base; (ii) *Scientific Electronic Library Online* – SciELO⁴, por este indexar cerca de 370 periódicos, além de sua representatividade dentro do cenário latino-americano, conforme disponibilizado na página oficial da base; e (iii) *ScienceDirect*⁵, uma das mais representativas bases mundiais de indexação de periódicos, com cerca de 4.490 periódicos indexados, dentre ativos e inativos, conforme informado pela Elsevier, empresa fundadora e mantenedora da base. Ademais, realizamos buscas complementares no (iv) *Education Resources Information Center* – ERIC⁶, por ser uma das maiores bibliotecas digitais acerca das discussões de temáticas inerentes ao campo da educação, com mais de 1.280 periódicos indexados, segundo informado pela base.

Inspirados em Conrado (2017), realizamos as buscas a partir da combinação de grupos de palavras-chaves que, após buscas-testes, estavam melhor relacionadas com os objetivos da pesquisa. Além do operador booleano OR entre os termos de cada grupo, também utilizamos o operador AND entre os grupos. Os grupos de palavras-chave foram organizados da seguinte forma (Quadro 1):

Quadro 1. Organização dos grupos de palavras-chave.

	Português	Inglês	Espanhol
Grupo 1	CTS OR CTSA OR Ciência-Tecnologia-Sociedade OR Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente	STS OR STSE OR <i>Science-Technology-Society</i> OR <i>Science-Technology-Society-Environment</i>	CTS OR CTSA OR Ciencia-Tecnología-Sociedad OR Ciencia-Tecnología-Sociedad-Ambiente
Grupo 2	educação científica OR ensino de ciências OR literacia científica OR alfabetização científica	<i>scientific education</i> OR <i>science education</i> OR <i>scientific literacy</i> OR <i>science literacy</i>	educación científica OR enseñanza de las ciencias OR alfabetización científica OR formación científica
Grupo 3	educação OR movimento OR abordagem OR epistemologia OR currículo OR modelo OR teoria	<i>education</i> OR <i>movement</i> OR <i>approach</i> OR <i>epistemology</i> OR <i>curriculum</i> OR <i>model</i> OR <i>theory</i>	educación OR movimiento OR enfoque OR epistemología OR currículo OR modelo OR teoría

As buscas nas três bases principais escolhidas (Periódicos CAPES, SciELO e *ScienceDirect*) foram realizadas a partir da combinação dos grupos, procurando-os nos campos “Título”, “Resumo” e “Palavras-chave”. O levantamento foi realizado entre dezembro de 2021 e janeiro de 2022, sem restrição de datas, ou seja, capturando todas as publicações disponíveis nas

3 <https://www-periodicos-capes-gov-br.ezl.periodicos.capes.gov.br/index.php?>

4 <http://www.scielo.org/php/index.php>

5 <https://www.sciencedirect.com/>

6 <https://eric.ed.gov/>

referidas bases em todos o intervalo de tempo coberto. Nos trabalhos selecionados, buscamos aqueles que, explicitamente, se propuseram a discutir construtos teóricos, práticos e valorativos da Educação CTSA enquanto um campo de pesquisa.

Após o primeiro levantamento, a partir das combinações de grupos de palavras-chave, obtivemos os seguintes resultados de busca (Tabela 1):

Tabela 1. Resultados obtidos a partir da busca.

Base de dados	Grupos combinados	Número de resultados para buscas em português	Número de resultados para buscas em inglês	Número de resultados para buscas em espanhol
Periódicos CAPES	1 e 2	22	26	15
	1 e 3	57	51	49
	1 e 2 e 3	10	24	10
SciELO	1 e 2	28	12	03
	1 e 3	114	152	113
	1 e 2 e 3	28	11	03
ScienceDirect	1 e 2	02	91	11
	1 e 3	06	2.839	28
	1 e 2 e 3	00	377	10
ERIC*	1 e 2	37	21.304	47
	1 e 3	00	21.531	00
	1 e 2 e 3	00	20.203	00

*Para as buscas complementares no ERIC, assim como Conrado (2017), utilizamos as mesmas combinações, mas capturando apenas os 200 primeiros resultados obtidos e classificados, pelo próprio sistema da base, como os mais relevantes.

Passamos então para a segunda etapa – a triagem e a definição do *corpus* de análise. A partir das buscas realizadas, fizemos a captura dos materiais oriundos dos resultados. Durante esse momento, alguns arquivos não puderam ser obtidos por não serem de livre acesso, por não estarem disponíveis via acesso da Comunidade Acadêmica Federada (CAFe) ou pelo endereço eletrônico não estar funcionando. Assim, obtivemos 223 arquivos no Periódico CAPES, 464 no SciELO, 662 no *ScienceDirect* e 281 no ERIC, em um total de 1.630 arquivos capturados.

Esses arquivos foram então reunidos e depois excluídos aqueles com erro e/ou repetidos, visto que, por vezes, o artigo é removido do periódico, o periódico é inativado ou o mesmo periódico/artigo está indexado em mais de uma base. Também só mantivemos para a pesquisa artigos completos, por acreditarmos que tais trabalhos já passaram pelo crivo da comunidade acadêmica no processo de submissão aos periódicos, e que estivessem apresentados com texto em português, inglês e espanhol, por tais idiomas abarcarem as principais produções na área. Não incluímos no levantamento livros, capítulos de livros, resumos expandidos, trabalhos em anais de eventos, teses e dissertações, dentre outros

materiais, bem como publicações em outros idiomas, como francês, chinês, japonês e alemão, encontrados nos bancos de dados. Assim, esse processo resultou em um total de 853 artigos.

A partir disso, lemos os resumos desses artigos e eliminamos aqueles que correspondiam a pesquisas de outras áreas do conhecimento e/ou não se relacionavam de alguma forma com a Educação CTSA, restando, assim, 305 artigos voltados a essas discussões.

Realizamos, então, a leitura flutuante desses 305 artigos, sendo mantidos aqueles em que o trabalho estivesse voltado para discutir e/ou analisar as bases e os fundamentos⁷ da Educação CTSA, ou seja, trabalhos que procuravam avançar teórico-epistemologicamente esse campo de pesquisa; em outras palavras, textos que refletiam especificamente *sobre* a Educação CTSA e não *com* ou *a partir* da Educação CTSA. Essa decisão tem como base a leitura de Martins (1999), na qual uma das possibilidades de compreendermos a ciência é em uma abordagem analítica, em que o foco não está em como os cientistas agem (ou deveriam agir) em um determinado contexto, mas, sim, em como aquela ciência é (ou poderia ser) sob o olhar de um certo pensador. Também foram retirados da análise aqueles que tratavam a Educação CTSA apenas como um “conteúdo interdisciplinar”, “eixo articulador” ou “prática educativa”, não dando uma dimensão mais aprofundada da Educação CTSA enquanto um campo de pesquisa historicamente consolidado. Após essa seleção, mantivemos 30 artigos que, assim, compuseram o *corpus* de análise da pesquisa.

A partir dos artigos selecionados para constituir o *corpus* da pesquisa, executamos a terceira etapa – a análise, buscando compreender e refletir criticamente sobre como esses trabalhos mobilizam na Educação CTSA contribuições que, sob nossa óptica, têm uma base nos contributos de Imre Lakatos e Hugh Lacey, apesar de não serem exclusividade desses autores. As categorias analíticas foram definidas *a priori*, sendo refinadas após uma nova e mais atenciosa leitura sistemática. Dessa forma, nossa ferramenta de análise foi organizada no seguinte quadro analítico (Quadro 2) com as categorias definidas *a priori* e refinadas *a posteriori* após leituras dos textos e refinamentos pelos pesquisadores envolvidos. Ressaltamos que a análise não teve por objetivo identificar a presença explícita ou o modo de citação de Lakatos e Lacey nos artigos, mas interpretar os fundamentos epistemológicos mobilizados à luz de categorias inspiradas nesses autores.

Quadro 2. Ficha analítica para análise dos artigos selecionados.

Categorias	
1. Contribuições de base em Imre Lakatos	1.1 Influência dos elementos históricos no empreendimento científico
	1.2 Visão da ciência enquanto estrutura pertencente a um todo
	1.3 Definição de critérios para a pesquisa e parâmetros de cientificidade
2. Contribuições de base em Hugh Lacey	2.1 Negação à ideia de “ciência livre de valores”
	2.2 Críticas às metodologias de pesquisa descontextualizadas
	2.3 Promoção de um ideal de ciência engajada para o bem-estar social
	2.4 Incentivo à participação pública nas decisões sobre ciência

⁷ De modo geral, nos referimos às bases enquanto os valores e os princípios teóricos que formam o núcleo central e basilar do campo; aos fundamentos, enquanto os elementos teórico-metodológicos indicados como fundamentais para o fortalecimento, a continuidade e a expansão do campo de pesquisa.

É importante frisar que os temas vinculados a esses autores neste quadro não são exclusivos deles, nem foram os primeiros a propô-los, mas sim que esses são temas abordados e discutidos em HFSC e/ou CTSA, sem necessariamente pressupor a abordagem desses autores. Por exemplo, os itens 2.1 e 2.2. são comuns na filosofia da ciência pós-positivista; já os itens de 2.1 a 2.4 são comuns na história e na sociologia da ciência, e têm sido reforçados também na filosofia da ciência que investiga “*Science and Values*”. Porém, estamos aqui associando as categorias aos autores, pois é a partir deles que elaboramos as categorias.

Após a definição e o refinamento das categorias indicadas no quadro acima, procedemos à análise em si, na qual, através de uma nova leitura analítica sobre esses 30 artigos, buscamos excertos que, para nós, se relacionavam diretamente com as categorias de análise definidas previamente. A partir desses trechos selecionados, elaboramos a discussão a seguir.

Resultados e Discussão

Ao final do percurso metodológico, foram analisados na íntegra 30 artigos científicos que compuseram o *corpus* da pesquisa e possibilitaram compreender que as discussões acerca da Educação CTSA apresentam elementos próprios das obras de Lakatos e Lacey. As unidades de registro foram determinadas por correspondência semântica, ou seja, a partir da relação entre a mensagem vinculada do trecho selecionado e as definições das categorias de análise. A partir daí, a pesquisa se encaminhou por meio da identificação de unidades de registro relevantes à pesquisa e a análise destas unidades em relação às categorias de modo a compreender traços próprios da Educação CTSA imbuídos das contribuições dos teóricos para o campo e dos aspectos identificados nos trabalhos acadêmicos analisados (Tabela 2).

Tabela 2. Conjunto de categorias elaboradas após leitura analítica aplicada aos artigos científicos investigados.

Categoria	Nº. de artigos encontrados na categoria	N.º de unidades de registro identificadas
Influência dos elementos históricos no empreendimento científico	15	17
Visão da ciência enquanto estrutura pertencente a um todo	15	20
Definição de critérios para pesquisa e parâmetros de cientificidade	15	31
Negação à ideia de “ciência livre de valores”	16	27
Críticas às metodologias de pesquisa descontextualizadas	15	24
Promoção de um ideal de ciência engajada para o bem-estar social	12	19
Incentivo à participação pública nas decisões sobre ciência	25	42

Vale destacar que, pelas categorias não apresentarem caráter de exclusão entre si e pelos trabalhos trazerem uma densa discussão teórica acerca da Educação CTSA, um artigo ou unidade de registro pode estar incluso em mais de uma categoria. Também frisamos que, em nenhum momento, estivemos realizando comparações entre Lakatos e Lacey acerca de número de incidência, usos, citações ou unidades encontradas. Nas subseções a seguir,

discutiremos, então, cada uma das categorias encontradas nas análises dos resultados obtidos. É importante ressaltar que as discussões realizadas nas próximas seções se deram a partir somente dos trabalhos que compuseram o *corpus* dessa pesquisa, ou seja, todas as citações e referências utilizadas são de autores/trabalhos analisados.

Influência dos elementos históricos no empreendimento científico

Dados os esforços empreendidos por Lakatos para integrar elementos históricos ao campo epistêmico das teorias científicas como uma estratégia para favorecer aspectos de racionalidade à ciência, a categoria intitulada “Influência dos elementos históricos no empreendimento científico” corresponde àquela em que, como o próprio nome sugere, integra um caráter historiográfico e de narrativa histórica como parte constituinte da Educação CTSA. Além disso, a perspectiva de história e historiografia do desenvolvimento científico corresponde à principal contribuição de Thomas Kuhn para o surgimento do Movimento CTSA (Araújo & Silva, 2012). Dessa forma, foram inseridos nesta categoria os trabalhos científicos que explicitamente trazem em seu arcabouço teórico narrativas históricas dentro do campo da ciência como fatores que influenciaram na consolidação da educação com enfoque CTSA. Com efeito, foram incluídos nesta categoria 15 trabalhos⁸ do total dos 30 artigos analisados.

Por ter sido uma categoria que abrangeu um expressivo número de trabalhos, é possível inferir que recorrer ao uso da história das ciências pode corresponder a um dos consensos mais amplamente consolidados entre os pesquisadores da área de estudos sobre fundamentos da Educação CTSA. Esse fenômeno pode ser explicado pela concepção de que a Educação CTSA permite que se compreenda a ciência como uma atividade humana em permanente processo de construção e, portanto, histórica, que traz consigo um compilado de valores, significados e interesses de quem a desenvolve, favorecendo a percepção de mundo e das relações estabelecidas com este e os sujeitos (Werlang & Pereira, 2021).

A ideia da ciência como uma atividade reforça a compreensão desta como produção humana e que, portanto, possui demandas e histórias próprias que não podem desconsiderar as subjetividades dos indivíduos que a produzem (Garcia, 2014). Por isso, é necessário que a análise do contexto histórico considere a influência da realidade cultural como uma forma decisiva para as transformações sociais nas quais as manifestações são expressas nas relações estabelecidas entre os indivíduos (Pinheiro, Silveira & Bazzo, 2007). Frente a esse cenário, entende-se que as verdades não podem, em qualquer medida, ter valor absoluto, uma vez que correspondem a um processo de criação provisório e histórico que requisitam reavaliações vinculadas aos contextos sociais (Strieder & Kawamura, 2017).

O surgimento do Movimento CTSA ilustra muito bem essas perspectivas, visto que este emerge na Europa, América do Norte e América Latina, a partir de discussões, em meados do

8 Araújo & Silva, 2012; Bourscheid & Farias, 2014; Chowdhury, 2016; Galieta & Von Linsingen, 2021; Garcia, 2014; Gonçalves & Silva, 2017; Nascimento & Von Linsingen, 2006; Pinheiro, Silveira & Bazzo, 2007; Ribeiro, Santos & Genovese, 2017; Santos & Mortimer, 2001; Santos, 2005; Santos, 2008; Strieder & Kawamura, 2017; Strieder, Torija & Quilez, 2017; Werlang & Pereira, 2021.

século XX, que reivindicavam para os dois primeiros continentes maior participação da sociedade em prol do desenvolvimento técnico-científico, ao passo que para o caso latino-americano os debates se direcionaram à tentativa de prover um projeto de ciência e tecnologia mais próximo do seu contexto social (Strieder, Torija & Quilez, 2017).

Vale destacar que há um consenso na literatura da área de que os estudos CTSA ou estudos sociais da ciência e tecnologia tiveram um novo e significativo encaminhamento a partir do final da década de 1960 e início dos anos 1970, como uma reação à percepção difundida de que o desenvolvimento técnico-científico não tinha uma relação obrigatória com o bem-estar social, como se acreditava no século anterior (Nascimento & Von Linsingen, 2006). Ainda, durante esse período, foi necessário investir em considerações para definir uma melhor distinção entre ciência e tecnologia, e o Movimento CTSA apareceu como um elo entre ciência e sociedade a partir do emprego da tecnologia (Chowdhury, 2016)

Nesse ínterim, o Movimento CTSA emerge se contrapondo às conjecturas científicas que supervalorizavam a entidade científica e que atribuíam à ciência uma credibilidade ingênua de resultados puramente positivos (Santos, 2008; Santos & Mortimer, 2001). Antes dessa mudança de perspectiva, a ciência era compreendida como uma atividade de domínio exclusivo dos cientistas, concebida à luz de um campo neutro, que não incutia às suas pesquisas valores ou interesses particulares; no mais, os produtos da ciência tinham peso de conhecimento universal e se isentavam da responsabilidade das consequências pelo seu uso inadequado (Santos & Mortimer, 2001). Um olhar mais crítico a essas ideias favoreceu o surgimento de novas concepções de filosofia e sociologia da ciência, o que permitiu atribuir à ciência parcialidade entre os cientistas, responsabilidade e limitações, viabilizando então reconhecer a ciência e a tecnologia (C&T) como processos próprios da sociedade (Mortimer & Santos, 2001).

É importante lembrar que o movimento foi encabeçado por anti-tecnocratas e por professores liberais e de esquerda que questionavam os problemas ambientais e temiam a insurgência de uma guerra nuclear; no entanto, o movimento não era contrário ao desenvolvimento tecnológico de maneira geral, ou seja, a crítica recaía sobre a vigência de apenas um modelo específico de produção científica (Santos, 2008). Corroborando com essa visão, é legítimo ressaltar que foi durante o período pós-guerra, em que problemas de dimensão ética, da dinâmica e dos impactos da industrialização na sociedade, com vistas a dirimir os problemas ocasionados pelos excessos, foram fatores preponderantes para o surgimento de modelos de ensino alinhados às possibilidades de Educação CTSA (Bourscheid & Farias, 2014). No entanto, as estratégias de educação e divulgação da ciência se mantiveram subordinadas aos restritos grupos formados pelas comunidades científicas ou instituições interessadas em difundir os progressos resultantes da investigação científica (Garcia, 2014).

Visão da ciência enquanto estrutura pertencente a um todo

A segunda categoria identificada foi denominada de “visão da ciência enquanto estrutura pertencente a um todo” e, tendo como fundamento uma construção lakatosiana, aborda, de maneira mais ampla, a concepção de que as teorias científicas correspondem a partes de um todo estruturado, o qual, porém, não podemos compreender de forma individual, à parte de

um quadro maior; em outras palavras a ciência não se limita a uma entidade capaz de interferir na organização e no delineamento do progresso da própria ciência, numa visão internalista, mas que abrange outras esferas, como a social, tecnológica e política, por exemplo, em uma óptica externalista. À vista disso, foram inseridos nessa categoria todos os artigos que, em seu arcabouço teórico, identificamos considerações da Educação CTSA que reconhecem as influências da ciência no desenho da estrutura da sua própria evolução científica enquanto campo de pesquisa, e como estes processos se correlacionam com esferas outras não-epistêmicas, o que resultou também em um total de 15 trabalhos⁹.

Essas ideias coadunam com o reconhecimento de que a ciência não é promovida dentro de um campo de neutralidade, por ser uma atividade exclusivamente humana, logo, a sua construção está estreitamente vinculada aos campos econômicos, ambientais, políticos e culturais (Santos & Mortimer, 2001). Há, nessa visão, a influência da tradição europeia, que, por ter foco nas investigações dos fatores sociais que antecedem as mudanças da ciência e da tecnologia, aborda a evolução técnico-científica como um desenvolvimento esboçado por questões além dos fatores epistêmicos, como cultura, economia e política (Nascimento & Von Linsingen, 2006).

É incontestável que a ciência e a tecnologia passaram a compor a vida dos cidadãos em diversas esferas e, embora sejam poderosos atributos da sociedade moderna, também sofrem influências das demandas e dos modelos sociais em vigência (Chowdhury, 2016). Além disso, o inverso também ocorre, pois são numerosas as situações em que questões técnico-científicas atuam como meios reguladores para efeitos econômicos, como uma mercadoria sujeita a financiamentos (Santos, 2005). Consequentemente, o exercício da ciência não é de exclusividade da comunidade científica, uma vez que tem significativas implicações para a sociedade. Com efeito, é necessário que se tenha, a partir de um regime democrático, um controle social que resulte na aproximação dos cidadãos às decisões sobre C&T (Santos & Mortimer, 2001). Contudo, o envolvimento da população na ciência é uma ação que requisita cuidados no que tange compreender que estes precisam de noções básicas acerca dos processos que norteiam a construção do conhecimento científico, bem como dos impactos da aplicação de seus produtos (Santos, 2005).

Os efeitos resultantes dos estímulos da aplicação e do acesso às novas tecnologias com diferentes finalidades e interesses, que avançam as fronteiras internas ao campo técnico-científico, podem implicar em riscos. Isso se dá ao passo em que os seus produtos não são independentes de seus interesses e podem ser subordinados a ideologias e lógicas de mercado a serviço do acúmulo de poder (Pinheiro, Silveira & Bazzo, 2007). Essas influências podem, portanto, ter dois caminhos: de um lado temos a ciência como produto de um constructo humano que tem como objetivo controlar a sociedade e o ambiente, relacionando de maneira íntima a tecnologia às temáticas sociais; e em contraposição, há uma perspectiva da busca da própria sociedade que tenta criar uma cultura operacional mais refinada no que concerne as

⁹ Araújo & Silva, 2012; Chowdhury, 2016; Garcia, 2014; Gonçalves & Silva, 2017; Nascimento & Von Linsingen, 2006; Marulanda, 2019; Melo *et al.*, 2016; Pinheiro, Silveira & Bazzo, 2007; Santos & Mortimer, 2000; Santos & Mortimer, 2001; Santos, 2005; Santos, 2008; Strieder & Kawamura, 2017; Teixeira, 2003; Werlang & Pereira, 2021.

resoluções frente aos problemas de cunho social que estão vinculados à ciência e à tecnologia (Santos & Mortimer, 2000).

Além disso, debates acerca da racionalidade científica e suas contribuições para o desenvolvimento da sociedade têm integrado as discussões em diferentes correntes epistêmicas, variando desde vertentes mais inclinadas ao empirismo-indutivista até o positivismo extremo. Quanto a esse pensamento, Strieder e Kawamura (2017) alertam para a importância de questionarmos o posicionamento da racionalidade da ciência, uma vez que a ideia de lógica atribuída à garantia de verdade absoluta e universal não corresponde à realidade de elaboração das ciências. Ademais, os mesmos autores atentam para o fato de que, adjacente aos processos de pesquisa científica, há aspectos humanos e sociais que endossam a ciência como resultado de um constructo humano e que, portanto, o seu desenvolvimento está intrinsecamente associado aos contextos sociais. À luz desse pensamento, também é válido lembrar que essa estreita relação da ciência com a sociedade também anula a visão de neutralidade científica, pois tanto os métodos quanto as teorias que a circundam também podem ser influenciadas por elementos sociais (Strieder & Kawamura, 2017). Diante disso, faz-se necessário que a imagem da ciência e da tecnologia explicita a dimensão social que perpassa o desenvolvimento técnico-científico (Pinheiro, Silveira & Bazzo, 2007). Para tanto, Gonçalves e Silva (2017, p. 226) indicam que:

A chave está em apresentar a ciência e a tecnologia não como um processo ou atividade autônoma que segue uma lógica interna de desenvolvimento em seu funcionamento ótimo, senão como um processo ou produto de caráter social no qual os elementos não técnicos (por exemplo, valores morais, convicções religiosas, interesses profissionais, pressões econômicas) desempenham um papel decisivo em sua gênese e consolidação.

Diante disso, a Educação CTSA procura trazer representações dos aspectos externos que interferem na construção da ciência de modo a contribuir para o desenvolvimento de uma postura crítica que compreende a produção da ciência e da tecnologia como produto de um processo social contextualizado historicamente (Melo *et al.*, 2016). À vista disso, a Educação CTSA entende a ciência e a tecnologia em primeira instância inicialmente pelo contexto social, todavia sem desconsiderar os processos internos intrínsecos à ciência (Garcia, 2014). Vale ainda lembrar que:

A Educação CTSA foi concebida com uma lógica de capacitação que coincide com os mecanismos de cooperação acadêmica e de pesquisa, e às vezes com uma lógica de construção do campo acadêmico, em relação a posições geradoras de autoridade científica, entendida como uma capacidade de intervir legitimamente em termos de algum conhecimento com algum reconhecimento social (Marulanda, 2019, p. 103, tradução nossa).

Com isso, a proposta de um currículo com base em uma perspectiva da Educação CTSA resgata a articulação entre o ensino de ciências somado a uma educação tecnológica e social, em que os conteúdos das dimensões científica e tecnológica são abordados concomitantemente aos debates que circundam seus contextos socioeconômicos, éticos, históricos e políticos (Santos, 2008). Todavia, é importante ressaltar que, embora os currículos correspondam a elementos reguladores para a Educação CTSA, há diferenças expressivas entre as abordagens educativas dessa natureza, pois os diferentes grupos que a promovem têm distintos perfis ideológicos, socioeconômicos e fundamentações educativas

(Gonçalves & Silva, 2017). Frente a isso, sugere-se que a Educação CTSA seja ofertada com base na consideração de promover uma atividade articulada que seja capaz de integrar a sociedade e refletir as consequências do desenvolvimento da ciência e da tecnologia para a vida dos indivíduos que a compõem (Werlang & Pereira, 2021).

Definição de critérios para a pesquisa e parâmetros de cientificidade

A terceira categoria recebeu como título “Definição de critérios para a pesquisa e parâmetros de cientificidade” e, com base em Lakatos, parte do pressuposto de que os programas de pesquisa precisam delimitar para o seu perfil de trabalho uma série de fatores que irão guiar as investigações desenvolvidas. Dessa forma, foram identificados dentre os artigos investigados um conjunto de 15 trabalhos¹⁰ que apresentam -, no corpo dos seus textos -, critérios para definição dos tipos de pesquisa a serem desenvolvidas, a exemplo de agendas, temas, métodos de pesquisa pertinentes ou não, e parâmetros de cientificidade.

Inicialmente, é importante compreender que a Educação CTSA não deve ser confundida com o Movimento CTS em sua totalidade, mas constitui um de seus ramos principais. O Movimento CTS, enquanto campo mais amplo, articula diferentes frentes, dentre as quais se destacam: a) estudos e ações relacionados às políticas públicas e ao ativismo CTS; b) pesquisas acadêmicas voltadas à compreensão da ciência e da tecnologia em suas dimensões filosóficas e sociológicas; e c) a Educação CTSA, voltada à educação científica e à formação crítica de sujeitos, especialmente no contexto educacional, por meio da problematização das relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente (Melo *et al.*, 2016). Ao definir os seus programas de pesquisa no campo CTSA, algumas questões precisam ser levadas em consideração como: a finalidade do desenvolvimento da pesquisa; a prioridade de financiamento; os tipos de pesquisas que têm o maior ou menor incentivo no setor; o perfil do pesquisador e a concessão de responsabilidade pelo projeto em desenvolvimento, entre outros fatores (Strieder & Kawamura, 2017).

Esse processo de definição de critérios para lograr a pesquisa não implica na incorporação de um dogma de racionalidade CTSA a outros tipos de pesquisa, nem de fundir os crivos da lógica científica, tecnológica e socioambiental, mas corresponde a uma estratégia com vistas a permitir que as racionalidades de diferentes segmentos possam ser questionadas de modo a promover dialogia entre todas elas, contudo, mantendo o compromisso de não submeter os currículos CTSA aos paradigmas da ciência tradicional (Santos, 2005). Com isso, é possível afirmar que a racionalidade em uma perspectiva CTSA está vinculada ao desenvolvimento de uma cidadania numa perspectiva que intenta “[...] refundamentar o saber sobre o mundo, não expulsando a razoabilidade e fazendo ressaltar a importância da contextualidade” (Santos, 2005, p. 150).

10 Autieri, Amirshokooi & Kazempour, 2016; Bourscheid & Farias, 2014; Cardoso, Caluzi & Santos, 2020; Chowdhury, 2016; Farias, Miranda & Pereira-Filho, 2012; Garcia, 2014; Gonçalves & Silva, 2017; Melo *et al.*, 2016; Nascimento & Von Linsingen, 2006; Santos & Mortimer, 2000; Santos, 2005; Santos, 2008; Sousa & Brito, 2015; Strieder & Kawamura, 2017; Strieder, Torija & Quilez, 2017.

Vale destacar que quatro fatores associam o desenvolvimento da pesquisa CTSA às implicações sociais (Strieder & Kawamura, 2017): em um primeiro momento se reconhece o desenvolvimento de C&T diretamente relacionado ao desenvolvimento social; em segundo, tem como pressupostos as teorias marxistas e passam a compreender a C&T como elementos moldados pelos interesses das classes dominantes e, em razão disso, não pode promover bem-estar a toda população; um terceiro aspecto enxerga que é necessária a adoção de tecnologias alternativas a fim de possibilitar a preservação do meio ambiente; e por fim, há a defesa de que os países da América Latina deveriam promover autonomia de suas políticas de C&T de modo a ter uma produção própria de C&T capaz de suprir suas próprias necessidades.

Quanto à participação pública na definição das agendas de pesquisa, são problematizados diferentes fatores que circundam as pesquisas da área, em especial a transferência da ciência e da tecnologia de países desenvolvidos para os que estão em desenvolvimento. Consequentemente, a agenda não estabelece relação com as próprias demandas dos países desenvolvidos, requisitando, portanto, que os esforços estejam alinhados em encontrar soluções para os problemas em vigência na sua própria nação (Cardoso, Caluzi & Santos, 2020).

As influências culturais e sociais na ciência e na tecnologia permitem compreender como estas estabelecem permanentes relações de codependência com os sistemas organizacionais sócio-políticos e se subordinam às ideologias e aos critérios éticos da cultura em que estão inseridas. É, portanto, a partir dessa percepção que o indivíduo começa a compreender as intervenções que C&T têm em sua existência e como ele pode influenciar nessa atividade (Santos & Mortimer, 2000). Um exemplo desse fenômeno está no cenário de degradação ambiental verificado, durante o período pós-guerra, que serviu de gatilho para que pesquisadores e pensadores da época passassem a tomar consciência da dimensão ética por trás do desenvolvimento da ciência.

Em função disso, emergem as demandas de uma sociedade que seja capaz de intervir em decisões que tangem o bem-estar e o desenvolvimento coletivo; no entanto, tais demandas esbarram na detenção do conhecimento científico por uma elite que restringe o acesso ao conhecimento, em um cenário envolto ao receio e às frustrações com os excessos da dependência das tecnologias, convergindo, então, no surgimento do Movimento CTSA (Santos & Mortimer, 2000). Nesse ínterim

[...] aponta-se que o ensino de ciências balizado por essa abordagem educativa pode vir a apresentar-se como uma proposta para contribuir no combate ao analfabetismo científico-tecnológico, no sentido de disponibilizar ao cidadão um arcabouço teórico-epistemológico necessário para que ele apreenda as diversas relações contidas na tríade ciência-tecnologia-sociedade, assim como a natureza social da ciência e da tecnologia (Gonçalves & Silva, 2017, p. 227).

Embora essas percepções sejam amplamente aceitas na literatura da área, vale pontuar que, no tocante ao processo de implementação das discussões sobre CTSA no ambiente escolar, ainda são encontradas lacunas, uma vez que ainda não há um consenso sobre as estratégias concretas que precisam ser priorizadas para alcançar as metas e para uma educação nessa

perspectiva (Gonçalves & Silva 2017). Todavia, os investimentos de investigação na área têm crescido, trazendo maior robustez para o arcabouço teórico do campo e concedendo maior sistematização e valorização do conhecimento para embasar a didática das ciências a partir da óptica da Educação CTSA. Um levantamento realizado por Strieder, Torija e Quilez (2017) coloca pesquisas acerca da Educação CTSA em três categorias mediante os objetivos apresentados:

- a) Trabalhos que estudam a evolução da educação em CTSA em termos quantitativos, linhas temáticas, referências mais utilizadas ou autores com maior produção
- b) Trabalhos que abordem as semelhanças e diferenças entre CTSA e outras perspectivas como questões sociocientíficas, ensino em contexto ou pedagogia de Paulo Freire.
- c) Trabalhos que se refiram à forma como as CTSA foram introduzidas nos currículos escolares e quais foram as suas finalidades e propostas implícitas (Strieder, Torija & Quilez, 2017, p. 30).

Essas contribuições auxiliam a construção de uma estrutura teórica capaz de alicerçar as práticas no ensino de ciências que têm como princípio a mobilização das dimensões CTSA. Contudo, é indispensável que se dedique maior atenção às pesquisas dos fenômenos que tangem a sala de aula, bem como a formação de professores a partir de uma perspectiva mais crítica acerca da racionalidade, dos desdobramentos e do processo participativo, pois é possível observar um hiato entre os dados de pesquisa, os postulados da Educação CTSA e sua concretização em sala de aula (Strieder, Torija & Quilez, 2017).

Em seus estudos, Gonçalves e Silva (2017), ao analisarem um conjunto de pesquisas em Educação CTSA na Educação em Ciências, afirmam que, embora fossem identificados interesses teóricos em dimensões distintas, há uma comunhão entre estas pesquisas, na intenção de promover uma abordagem comprometida com a formação para cidadania, buscando como finalidade que os indivíduos possam ter uma postura crítica diante de processos e fenômenos que demandem a mobilização do conhecimento em ciências na fundamentação desse posicionamento em questões decisórias (Gonçalves & Silva, 2017). Outra preocupação vigente nas pesquisas em Educação CTSA é que estas estão inclinadas à promoção de uma visão não-dogmática das ciências, o que resulta na necessidade de o ensino fomentar o caráter de provisoriedade às teorias científicas (Farias, Miranda & Pereira Filho, 2012).

É incontestável que muitas são as mudanças que precisam ser promovidas visando uma verdadeira inovação em práticas, valores, interesses e posturas docentes, para que isso implique em dois aspectos principais: de um lado, nos fatores sociais que direcionam nos avanços científico e tecnológico; e no outro viés, as consequências voltadas para as dimensões sociais e ambientais. A partir do momento em que a realidade é analisada, é nítida a necessidade pela mudança na lógica de ensino de ciências. Com isso, a Educação CTSA surge como uma das possibilidades de abordar, a partir dos contextos locais, problemas que podem evidenciar a ciência e a tecnologia como produtos da atividade humana, com grande importância na dimensão social, com aspectos culturais que se fazem presentes no cotidiano (Bourscheid & Farias, 2014).

É preciso, em um primeiro momento, identificar a serviço de quais valores e interesses se subordina a Educação CTSA, pois diferentes abordagens alinhadas ao progresso tecnológico

são possíveis nesse campo, as quais têm como núcleo comum cinco aspectos: a) a apresentação de questões de caráter técnico; b) a análise da composição entre aparato e sociedade; c) a discussão de questões pontuais e mudanças resultantes do desenvolvimento tecnológico; d) a problematização e o questionamento dos interesses que norteiam a criação de novas tecnologias; e) os debates acerca dos ajustes sociais (Strieder & Kawamura, 2017).

Com base nisso, a Educação CTSA precisa ser compreendida de maneira mais abrangente, como um movimento a serviço de propósitos diversos e não como um conjunto de práticas; dessa forma, deve estar vinculado a diferentes eventos que compõem o processo de educação, como o planejamento para a organização dos currículos, a elaboração de recursos didáticos e estratégias pedagógicas, a formação inicial e continuada de professores, e a mediação nas políticas públicas educacionais (Strieder, Torija & Quilez, 2017).

Especificamente para a etapa referente à Educação Básica, a área de conhecimento de Ciências da Natureza, que compõe o currículo do Ensino Fundamental e Médio, propicia as discussões para temas de cunho interdisciplinar favorecendo, portanto, explorar programas CTSA, pois não se limita a apenas uma única ciência como referência (Nascimento & Von Linsigen, 2006). Todavia, no Ensino Superior, esse processo parece ser um pouco mais complicado, pois, embora exista uma urgente necessidade em apresentar questões sociotécnicas, estas não são levantadas de forma explícita durante o processo formativo, de modo que a inclusão da Educação CTSA nesses centros educativos se torna imperativo para que isso implique em uma boa formação profissional, principalmente, em áreas técnico-científicas (Nascimento & Von Linsingen, 2006). Para tanto, há o reconhecimento de que a estrutura sociocultural da sociedade atual requisita a metódica inclusão dos Estudos CTSA na formação inicial e continuada de professores de Ciências (Sousa & Brito, 2015).

Pesquisadores brasileiros têm dedicado esforços para dirimir os desafios de um ensino de ciências com base no enfoque CTSA e de um campo de pesquisa em Educação CTSA; para tanto, defendem que temas centrais à abordagem precisam ter maior ênfase, o que resulta na expansão de uma área multidisciplinar em processo de expansão (Melo et al., 2016). Além disso, também há consonância entre autores brasileiros e ibéricos, uma vez que ambos apresentam como núcleo comum a ideia de que as práticas nesse processo precisam ter como princípios a ética, os valores e as atitudes para uma melhor convivência socioambiental (Gonçalves & Silva, 2017). Nesse cenário, a natureza da ciência emerge como um constructo pedagógico da Educação em Ciências com incontestável caráter interdisciplinar e de metadiscussão, em que inclui panoramas históricos, epistemológicos e sociológicos tanto da ciência quanto da tecnologia, ao passo que induz a explícita relação entre ciência, tecnologia e sociedade (Garcia, 2014).

Negação à ideia de “ciência livre de valores”

A categoria “Negação à ideia de ‘ciência livre de valores’” emerge, nesta pesquisa, a partir dos postulados propostos por Hugh Lacey e está associada à ideia de que no discurso da Educação CTSA está incutida a compreensão de que as ciências não são concebidas à luz de um campo de neutralidade, uma vez que esta é conduzida por ideias, princípios, valores e defesas a serviço de grupos muito bem estabelecidos. Essas concepções foram reforçadas com o

conceito de desenvolvimento modernizador elaborado por Lacey, pois estabelecem maior interrelação entre as dimensões Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente, através dos valores marcados nesses campos (Cardoso, Caluzi & Santos, 2020). Durante a análise dos trabalhos investigados, foram identificados 16 artigos¹¹, que apresentam traços dessa categoria, pois reconhecem a promoção de uma epistemologia da ciência engajada em valores.

As apresentações das interrelações com abordagem valorativa contribuem para dirimir concepções oriundas do conceito de construção linear, amplamente difundido na sociedade moderna e que pesquisadores da área e professores, que optam por uma Educação CTSA, têm dedicado esforços para superar em suas próprias práticas e em seus estudantes, visto que questões de valores funcionam como um agente evidenciador das complexidades encontradas entre as relações estabelecidas nessas dimensões CTSA (Santos, 2008). A partir disso, os fenômenos associados às entidades científico-tecnológicas passam a ser identificados como resultados das atividades sociais em que fatores externos à atividade científica passam a ter peso decisivo na origem e na consolidação do conhecimento científico e dos constructos tecnológicos (Nascimento & Von Linsingen, 2006).

Dada a complexidade das inter-relações CTSA, a análise valorativa implica na transposição de visões distorcidas acerca dos limites da tecnociência (Strieder & Kawamura, 2017); diante disso, o desafio para o campo de pesquisa em Educação CTSA consiste no aprofundamento da responsabilidade dos valores que delineiam o desenvolvimento técnico-científico. Esse reconhecimento permite que se compreenda que as influências das ciências e tecnologias não são definidas de maneira simples e destituídas de interesses (Werlang & Pereira, 2021). No entanto, é importante compreender que o reconhecimento da parcialidade científica não deve resultar em uma rejeição dos produtos das ciências e na reprovação da tecnocracia, como se esta fosse uma mera aplicação da ciência (Rodríguez & Pino, 2019).

Esse fenômeno está intimamente relacionado à subordinação da própria produção das ciências aos interesses sociais do poder dominante, bem como às demandas, questões e aos valores sociais, econômicos e políticos, sem que a produção científica possa se dedicar à construção do conhecimento científico com vistas a um fim em si mesmo (Strieder & Kawamura, 2017). Diante disso, o conhecimento científico não é capaz de abranger o embasamento de todas as decisões sociais, principalmente porque valores e interesses é que acabam por direcionar a própria escolha sobre o desenvolvimento científico e tecnológico.

Consequentemente, os objetivos e valores imbuídos nesses investimentos oriundos dos interesses sociais, políticos, militares e econômicos ocasionam a aplicação de novas tecnologias com potencial para trazerem grandes riscos, uma vez que o desenvolvimento técnico-científico e seus produtos não se encontram dissociados de seus interesses (Pinheiro, Silveira & Bazzo, 2007).

11 Bourscheid & Farias, 2014; Cardoso, Caluzi & Santos, 2020; Chowdhury, 2016; Garcia, 2014; Gonçalves & Silva, 2017; Freitas, Heidemann & Araujo, 2020; Nascimento & Von Linsingen, 2006; Pinheiro, Silveira & Bazzo, 2007; Rodríguez & Pino, 2019; Santos, 2005; Santos, 2008; Santos & Mortimer, 2000; Santos & Mortimer, 2001; Strieder & Kawamura, 2017; Teixeira, 2003; Werlang & Pereira, 2021.

Embora o fenômeno que intersecciona a relação entre a construção do conhecimento aos interesses de determinadas classes em detrimento de grupos menos favorecidos seja um fato incontestável, há na sociedade uma falsa sensação de neutralidade científica, do inevitável progresso e acriticidade associados à ciência e tecnologia (Freitas, Heidemann & Araujo, 2020). A partir dessa visão, se concebe uma ideia ingênua da ciência como redentora, com autonomia suficiente para resolver os problemas que tangem a sociedade; além disso, se reforça a perspectiva da tecnologia a serviço das mudanças sociais positivas, em um percurso linear ascendente associado ao bem-estar social. Com isso, Freitas, Heidemann e Araújo (2020, p. 3) alertam para o fato de que esses posicionamentos, que “[...] costumam estar ‘blindados’ de críticas, conduzem os indivíduos a um ‘sonambulismo tecnológico’ que pode encaminhar a sociedade à tecnocracia, fragilizando os aspectos democráticos da sociedade”.

Frente a esse cenário, a Educação CTSA articula visões mais conciliadoras sobre o conhecimento científico e o desenvolvimento tecnológico que os reconhecem como um processo social isento de neutralidade e que esses fatores nem sempre implicam em benefícios, pois o seu progresso não necessariamente está alinhado ao bem-estar social, contudo sua apropriação pelos cidadãos corrobora para o fortalecimento da democracia (Freitas, Heidemann & Araujo, 2020).

Ademais, essas concepções da C&T auxiliam na validação do conhecimento e, para a população, auxilia no desenvolvimento de concepções importantes sobre fenômenos naturais e artificiais (Garcia, 2014). Logo, faz-se necessário que seja desenvolvida uma perspectiva mais ampla da tecnologia para que os estudantes tenham ideias mais expandidas dos valores que determinam a construção das ciências e tecnologia (Chowdhury, 2016). Vale ressaltar que, nesse contexto, não só os valores das/nas ciências não devem ser dissociados dos interesses e valores contextuais dos seus financiadores, executores, bem como elaboradores, mas também precisam ser apresentados e percebidos os valores ideológicos, culturais, econômicos, éticos, religiosos e políticos (Garcia, 2014).

O surgimento do Movimento CTSA contribui, então, com a reflexão sobre as visões deformadas das ciências, pois promove um questionamento dos pressupostos cientificistas e da falta de participação inicialmente da sociedade não acadêmica, que acaba por conceber uma voz hegemônica inquestionável à entidade científica, conferindo a esta uma credibilidade exagerada e sem criticidade, de modo a conferir aos seus resultados apenas uma visão demasiadamente benéfica. Para tanto, o Movimento CTSA advém de um cenário em que a ciência era reconhecida como uma atividade neutra e de exclusividade de um grupo de especialistas que desenvolvia suas atividades sem vincular a estas quaisquer interesses de forma totalmente independente, de modo a resultar na produção de um conhecimento universal, cujas aplicações e consequências não estavam nos escopos de suas responsabilidades (Santos & Mortimer, 2001).

Foram justamente os questionamentos críticos a essas concepções que resultaram no surgimento de um novo paradigma socio-filosófico da ciência, que passou a admitir os limites, as atribuições, as responsabilidades e as cumplicidades dos cientistas, tendo como enfoque a ciência e a tecnologia como produtos dos processos sociais (Santos & Mortimer, 2001). A Educação CTSA passa então a trazer debates mais amplos acerca das influências e

dos impactos da ciência e da tecnologia para a sociedade, evocando discussões sobre as ideias a respeito da natureza da ciência, do papel da atividade dos cientistas e um olhar problematizador no que concerne à pseudoneutralidade técnico-científica (Teixeira, 2003).

O caráter de valor tem sido um fator presente, em especial, na narrativa de pesquisadores e professores que têm como objetivo explicitar a complexa rede de relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente com vistas a uma formação para o exercício da cidadania. Na pesquisa sobre a Educação CTSA, é possível encontrar abordagens de conteúdos a partir das dimensões CPA (Conceitual, Procedimental e Atitudinal) em que as questões científicas têm maior ênfase nos valores atitudinais, pois estes são capazes de promover uma educação com foco no compromisso e na transformação da realidade (Cardoso, Caluzi & Santos, 2020). O foco desse processo encontra-se, portanto, no desenvolvimento de valores que estão estreitamente associados aos interesses coletivos voltados para o compromisso social, considerando as necessidades humanas, ou que induz à problematização dos princípios do capitalismo em que as questões econômicas são sobrepostas aos demais valores (Santos & Mortimer, 2000).

Assim, a Educação CTSA não pode, em qualquer medida, reproduzir mitos que induzam a visões deformadas das ciências, mas questioná-las de modo a desconstruir sua imagem de não-neutralidade (Freitas, Heidemann & Araujo, 2020). Inclusive, essas discussões não se limitam a certas comunidades, pois há uma tendência entre pesquisadores brasileiros e ibéricos para a defesa de promover práticas educativas em Educação CTSA a partir de linhas teóricas sobre valores, ética e atitudes (Gonçalves & Silva, 2017). Com efeito, essa abordagem comunga com a promoção de uma cidadania que concatena aspectos culturais, críticos e ativos que se concebem, portanto, a partir de uma estratégia epistêmica de associação entre os saberes científicos e a óptica CTSA orientada a partir de uma perspectiva ética (Santos, 2005).

Os objetivos da Educação CTSA, a partir de uma abordagem comprometida com a discussão dos valores, precisam problematizar interesses coletivos e fomentar o próprio desenvolvimento de valores, com ênfase na solidariedade e no respeito com o ideal da promoção do desenvolvimento do senso de criticidade dos indivíduos de modo a influenciar na tomada de decisão frente a questões que possam interferir na saúde ambiental e das pessoas (Werlang & Pereira, 2021). Para tanto, faz-se necessário desenvolver, nos indivíduos, a consciência de que o próprio processo de conhecimento científico não se concebe em um campo de neutralidade e que este, portanto, está intimamente vinculado a diversos aspectos que compõem a estrutura social, a exemplo da política, cultura, economia e ambiente. Dessa forma, não deve ser compreendida como uma atividade de exclusividade da comunidade científica e que, logicamente, possui implicações diretas para a constituição social, o que, conseqüentemente, necessita de um planejamento capaz de promover um controle social de modo que gradativamente a população seja inserida nesse universo, permitindo que cada vez mais pessoas possam participar dos processos de tomada de decisão sobre C&T (Santos & Mortimer, 2001).

Críticas ao predomínio de metodologias de pesquisa descontextualizadas

Na categoria “Críticas ao predomínio de metodologias de pesquisa descontextualizadas”, averiguamos se, assim como defendido por Lacey, a pesquisa em Educação CTSA também não se limita a apresentar os produtos científico-tecnológicos de forma descontextualizada, logo, se se preocupa com a capacidade de ação socioambientalmente responsável dos sujeitos (Cardoso, Caluzi & Santos, 2020). Compuseram essa categoria 15 artigos¹².

Nesse caso, diferentemente, da categoria anterior, em que foram discutidas as questões de valor que influenciam no desenvolvimento técnico-científico, por se subordinar aos interesses de seus financiadores, executores e elaboradores, nesta categoria estão presentes elementos que problematizam a desconsideração do fenômeno investigado como parte de um contexto sociopolítico e reduzem o tratamento do objeto como o seu próprio fim. Logo, alertamos que essa prática dentro, em especial, do campo das ciências humanas, é totalmente inadequada, pois é impossível investigar, por exemplo, os processos de ensino e aprendizagem na Educação em Ciências de forma isolada, sem considerar as tramas que compõem o contexto escolar, a relação entre os professores e os estudantes, e as demais complexidades que compõem o cenário das salas de aula.

É importante lembrar que o universo educacional é composto por condições e pré-condições materiais; contudo, a teorização e a análise dentro do campo da pesquisa educacional ainda se concebem em um campo de teorização que acaba por desconsiderar aspectos próprios dos contextos educacionais, a exemplo da linguagem, da cultura e das subjetividades que se estabelecem nas relações dos envolvidos (Gorur *et al.*, 2019). Portanto, as análises necessitam configurar um fenômeno científico-tecnológico que expresse os elementos intrínsecos ao contexto sociopolítico, em que questões que não são próprias das dimensões epistêmicas e técnicas sejam consideradas na explicação dos eventos pesquisados (Nascimento & Von Linsingen, 2006).

Ao desenvolver uma pesquisa, é preciso, em um primeiro momento, compreender que uma ciência não se restringe à aquisição de resoluções universais de problemas, pois se faz necessário identificar os contextos em que esses problemas são originados, concedendo, à população, maior valorização dos conhecimentos produzidos empiricamente por grupos diretamente afetados por problemas ambientais, promovendo, assim, maior aproximação entre os laboratórios e a sociedade (Santos, 2005). É a partir dessa possibilidade que as complexidades estabelecidas nas interrelações entre ciências, tecnologia, sociedade e ambiente, ficam mais evidentes, permitindo que as análises sejam mais aprofundadas e retratem as trocas estabelecidas, ao invés de se reduzir a uma aplicação clássica em uma sequência retilínea entre elas (Nascimento & Von Linsingen, 2006). Com isso, Santos e Mortimer (2000, p. 115):

12 Cardoso, Caluzi & Santos, 2020; Chowdhury, 2016; Farias, Miranda & Pereira Filho, 2012; Freitas & Segatto, 2014; Garcia, 2014; Gonçalves & Silva, 2017; Gorur *et al.*, 2019; Melo *et al.*, 2016; Nascimento & Von Linsingen, 2006; Santos & Mortimer, 2000; Santos & Mortimer, 2001; Santos, 2005; Santos, 2008; Strieder, Torija & Quilez, 2017; Werlang & Pereira, 2021.

[...] defendem a tese de que a ciência não é justificada somente por critérios racionais e cognitivos, pois esses critérios são também construídos socialmente pelos diferentes atores que participam da investigação científica. Com essa tese, eles questionam a visão mítica da ciência e de seus métodos, a sua a-historicidade, a sua universalidade, a natureza absoluta de suas técnicas e de seus resultados.

A pesquisa em Educação CTSA surge, então, como uma importante aliada, pois reduz a racionalidade técnica das concepções puramente cientificistas e corrobora com a construção de uma cidadania à luz de uma perspectiva em que se propõe uma nova fundamentação de conhecimento sobre o mundo e as configurações que o estruturam, dando ênfase à relevância dos contextos (Farias, Miranda & Pereira Filho, 2012; Santos, 2005). Na formação de uma abordagem capaz de agrupar o enfoque CTSA, as Questões Sociocientíficas (QSC), por exemplo, podem se configurar como uma excelente estratégia capaz de conceder uma visão holística dos constructos científicos e tecnológicos com vistas a promover maior humanização e socialização das práticas científicas, resultando em maior conscientização sobre as influências sociais desse processo de desenvolvimento da C&T (Chowdhury, 2016).

É imperativo que a ciência não construa uma imagem na qual a racionalidade técnica/instrumental seja a característica protagonista, propiciando, dessa forma, um isolamento social de modo a conferir ao conhecimento científico valores e contextos sociopolíticos exclusivamente internos à própria ciência (Garcia, 2014). Com isso, é importante reconhecer a existência de outros saberes capazes de dialogar com a cultura da ciência, apresentando convergências e distanciamentos em suas explicações e limitações epistêmicas (Gonçalves & Silva, 2017).

Quando a ciência se posiciona em um pedestal epistêmico, em que rompe com todos os conhecimentos, as questões e demandas apresentadas pela população são desconsideradas e entendidas como concepções ingênuas e desinformadas; isso porque a ciência tende a rejeitar os saberes empíricos construídos por grupos externos à comunidade científica, conferindo a esses um valor exclusivamente pragmático (Santos, 2005). No entanto, vale destacar que, em algumas situações, em especial, em casos de risco associados à saúde e segurança, os saberes concebidos pelos cidadãos têm melhor entendimento e aplicabilidade quando comparados aos aspectos de abstração do conhecimento científico (Santos, 2005). Problemas de ordem tecnocrática também reforçam essa fronteira entre a comunidade científica e a população de maneira geral, pois

Evidenciam-se problemas como o da equidade na distribuição de custos ambientais da inovação tecnológica, as implicações éticas de algumas tecnologias (o uso comercial da informação genética, mães de aluguel), a aceitação dos riscos de outras tecnologias (energia nuclear, fertilizantes químicos), ou até mesmo as mudanças na natureza do poder devido à institucionalização atual do assessoramento dado por especialistas – o problema da tecnocracia (Gonçalves & Silva, 2017, p. 226).

Com isso, é preciso que se planeje uma agenda científica própria para que os investimentos no setor sejam dedicados a solucionar questões de suas próprias localidades (Cardoso, Caluzi & Santos, 2020). Dessa forma, a Educação CTSA se apresenta como uma abordagem capaz de promover maior dialogia com diferentes dimensões promotoras de conhecimento sem se restringir a uma única fonte, o que lhe confere caráter multidisciplinar (Gonçalves & Silva,

2017). Soma-se a essa ideia a percepção de que na Educação CTSA, “[...] mais do que considerar os três parâmetros CTS e suas inter-relações, é necessário tratá-los de um ponto de vista que exige a consideração dos propósitos da ciência e o envolvimento dos cidadãos em seu desenvolvimento” (Strieder, Torija & Quilez, 2017, p. 32, tradução nossa).

Promoção de um ideal de ciência engajada para o bem-estar social

A penúltima categoria agrupou 12 trabalhos¹³, sendo intitulada de “Promoção de um ideal de ciência engajada para o bem-estar social” e, como o próprio nome sugere, está relacionada ao engajamento da pesquisa em Educação CTSA com o compromisso da ciência em si para um projeto coletivo mais amplo a serviço de uma sociedade mais justa e equânime, tal qual proposto por Hugh Lacey.

Dessa forma, embora reconheça a importância dos traços da ciência básica em que se preocupa com o conhecimento como sua própria finalidade, compreende que esse modelo não é suficiente para o embasamento de condutas que promovam a socioecojustiça a fim de proporcionar qualidade de vida à população e reduzir as injustiças e desigualdades sociais. Mudanças dentro do próprio campo de pesquisa têm direcionado os estudos para fortalecer essas ideias, pois é observado um movimento de desenvolvimento de pesquisa estratégica na ciência que preconiza o senso de coletividade com foco no bem-estar social, no progresso da humanidade, na qualidade de vida, no crescimento econômico e na responsabilidade ambiental, a partir da consonância da C&T com esses fatores (Chowdhury, 2016).

É importante pontuar que, embora os trabalhos apresentem embasamentos teóricos variados, suas discussões comungam de um eixo comum: a formação do indivíduo para a cidadania. Com isso, a proposta é que o ensino de ciências seja capaz de desenvolver nesses indivíduos uma formação que lhes permita agir e ter um posicionamento crítico diante de eventos que demandem efetiva tomada de decisão (Gonçalves & Silva, 2017). Essa ideia é endossada pela associação da Educação CTSA a serviço de uma educação comprometida com condutas sustentáveis, corroborando com a ideia da responsabilidade da população para os problemas vigentes no planeta (Strieder, Torija & Quilez, 2017). Para tanto, defende-se que as práticas estejam centradas na “[...] promoção de competências de mobilização de conhecimentos, capacidades e atitudes na tomada de decisões e na resolução de problemas do cotidiano dos alunos” (Gonçalves & Silva, 2017, p. 240).

Essa seria uma formação de uma população capaz de compreender os aspectos próprios das ciências e tecnologia que influenciam diretamente no comportamento da sociedade, pois é capaz de desenvolver valores, incentivando a adoção de práticas benéficas na busca da sustentabilidade (Bourscheid & Farias, 2014); assim, essas concepções formativas acabam

¹³ Abreu, Fernandes & Martins, 2013; Araújo & Silva, 2012; Bourscheid; Farias, 2014; Cardoso; Caluzi; Santos, 2020; Chowdhury, 2016; Farias; Miranda; Pereira Filho, 2012; Freitas; Heidemann; Araujo, 2020; Garcia, 2014; Gonçalves; Silva, 2017; Santos, 2005; Strieder; Torija; Quilez, 2017; Werlang; Pereira, 2021.

por direcionar suas práticas para a articulação entre reflexão e ação sem negligenciar o conhecimento (Santos, 2005).

Essa preocupação de formação para a cidadania tem forte influência de pesquisadores ibéricos, pois há, na literatura desses países, um forte compromisso em formar cidadãos que possam atuar de forma racional diante de questões vigentes na sociedade contemporânea, em especial, induzindo a solucionar problemas voltados para o consumo sustentável (Gonçalves & Silva, 2017). Essa tendência também pode ser observada em trabalhos nacionais; todavia, é importante pontuar que pressupostos como os freireanos também são bastante presentes nos artigos, principalmente para orientar uma educação em um viés socioambiental que possa formar os indivíduos para o entendimento do mundo e das relações estabelecidas com os conhecimentos da ciência, da tecnologia, da sociedade e do meio ambiente (Gonçalves & Silva, 2017). Essa associação é coerente, pois o pensamento teórico da educação libertadora defendida por Freire, sugere que as pesquisas e oferta da Educação CTSA no Brasil se alinhem ao compromisso com “[...] a transformação social, a emancipação dos sujeitos no que tange à educação em ciências, que sirva de alavanca para o empoderamento dos descamisados e descambados da sociedade” (Abreu, Fernandes & Martins, 2013, p. 24).

Com isso, os pesquisadores brasileiros em Educação CTSA têm consolidado, nesse campo, valores engajados com a manutenção de uma sociedade democrática e com condutas dos cidadãos comprometidas com a responsabilidade social; portanto, são dedicados esforços, por coerência epistêmica, para o desenvolvimento do senso crítico e reflexivo sobre as inter-relações entre as dimensões CTSA, repensando visões redentoras das ciências e em defesa de um ensino de ciências que endosse essa leitura das relações CTSA (Abreu, Fernandes & Martins, 2013). Assim, o desafio se configura em identificar diferentes formas de acesso à população com vistas à oferta de uma Educação CTSA para desenvolver bases para o pleno exercício de uma cidadania responsável (Garcia, 2014). Dessa forma, pretende-se promover a inclusão social, rompendo com práticas em ensino de ciências que mantêm as lógicas de mercado que favorecem a perpetuação de determinados grupos no poder (Farias, Miranda & Pereira Filho, 2012), mantendo sociedades socioambientalmente insustentáveis e discriminadoras, ao invés de promover valores de colaboração, equidade, empatia etc.

Nesse sentido, algumas estratégias têm sido desenvolvidas nas pesquisas no campo da Educação CTSA, a exemplo da inserção de temas controversos por meio das QSC, com o objetivo de potencializar a formação para o exercício da cidadania, a partir da resolução de problemas que mobilizam aparatos do universo CTSA, facilitando o desenvolvimento de ações sociopolíticas (Cardoso, Caluzi & Santos, 2020). Um exemplo que também compila essas perspectivas e pressupostos teóricos se materializa na articulação desses elementos à Educação do Campo, pois é possível integrar as demandas e especificidades da Educação do Campo à coerência epistêmica da Educação CTSA, fortalecendo uma formação contra-hegemônica a serviço de uma formação crítica, considerando os contextos dos indivíduos envolvidos (Werlang & Pereira, 2021).

Frente a esse cenário, conseqüentemente, é preciso dedicar esforços para que as pesquisas científicas e os debates nas escolas tenham cada vez mais o compromisso com uma Educação

em Ciências a serviço de um projeto social mais amplo, vinculado a valores que reforcem a importância da democracia e que facilitem a configuração de uma sociedade mais justa e consciente da importância da preservação ambiental; para tanto, espera-se que a abordagem de uma Educação em Ciências que se preocupe com a abordagem das relações CTSA possa servir de agente potencializador capaz de “[...] identificar quais conteúdos e práticas ampliam as competências sociais dos indivíduos, em direção a uma educação científica crítica” (Freitas, Heidemann & Araujo, 2020, p. 18).

Incentivo à participação pública nas decisões sobre ciência

A última categoria, “Incentivo à participação pública nas decisões sobre ciências”, resgata as discussões explicitadas por Lacey na medida em que defende a participação da comunidade não-científica nos processos regulatórios da própria ciência. Diante disso, nessa categoria, foram incluídos todos os trabalhos que discutem a participação social no segmento científico e que apresentam alternativas aos modelos hegemônicos da ciência dentro de uma perspectiva da pesquisa em Educação CTSA, reunindo o maior número de artigos analisados, totalizando 25 trabalhos¹⁴.

Nessa lógica, é reforçada a ideia de que, se a ciência é engajada para o bem-estar da sociedade, a participação social deve ser um elemento crucial para a sua consolidação. Um núcleo comum perpassa as discussões dessas pesquisas que possuem como incentivo principal a tentativa de compreender os processos histórico-sociais de desenvolvimento de tecnologia e “[...] coloca-se em uma posição de reivindicação da sociedade para um envolvimento mais democrático nas decisões que envolvem o contexto científico tecnológico ao qual pertence” (Freitas & Segatto, 2014, p. 304).

A construção de ciência, nesse viés, não restringe a sua atividade aos cientistas, pois resulta em significativas consequências para a sociedade. Diante disso, demanda um envolvimento social factual comprometido com a garantia de uma postura democrática de modo a promover a participação de uma parcela cada vez maior da comunidade não-científica nas definições de decisões sobre C&T (Farias, Miranda & Pereira Filho, 2012). Esse envolvimento social deve ser incentivado com vistas a ampliar o debate público sobre os rumos, usos e implicações da ciência e da tecnologia, incorporando diferentes perspectivas sociais e culturais e descentralizando a produção e a circulação do conhecimento historicamente concentradas no espaço acadêmico. Tal movimento mostra-se particularmente relevante no campo da Educação CTSA na Educação Básica, onde as universidades, em muitos contextos, ainda apresentam dificuldades em promover transformações efetivas (Strieder, Torija &

14 Auler & Bazzo, 2001; Bourscheid & Farias, 2014; Cardoso, Caluzi & Santos, 2020; Chowdhury, 2016; Farias, Miranda & Pereira Filho, 2012; Freitas, Heidemann & Araujo, 2020; Galieta & Von Linsingen, 2021; Garcia, 2014; Gonçalves & Silva, 2017; Gorur *et al.*, 2019; Lucero, 2014; Freitas & Segatto, 2014; Marulanda, 2019; Melo *et al.*, 2016; Nascimento & Von Linsingen, 2006; Pinheiro, Silveira & Bazzo, 2007; Rodríguez & Pino, 2019; Santos & Mortimer, 2000; Santos & Mortimer, 2001; Santos, 2005; Santos, 2008; Strieder & Kawamura, 2017; Strieder, Torija & Quilez, 2017; Teixeira, 2003; Werlang & Pereira, 2021.

Quilez, 2017). O Movimento CTSA, desde a sua origem, tem, assim, reivindicado a participação da sociedade nas decisões acerca das interferências sociais, ambientais e culturais decorrentes do desenvolvimento técnico-científico (Cardoso, Caluzi & Santos, 2020).

Há uma real necessidade de galgar alternativas para a Educação em Ciências como forma de instruir os indivíduos à participação popular nas decisões de C&T de forma mais consciente. Para tanto, algumas sugestões são apresentadas a partir de uma Educação CTSA, em que problemas de dimensão local são associados aos âmbitos regional e global (Bourscheid & Farias, 2014). Diante disso, é possível fazer uma análise dos impactos das ciências e tecnologias na sociedade a partir do emprego das tecnologias e dos produtos das ciências como “[...] uma nova forma com que os indivíduos, o ensino e a sociedade se relacionam com a ciência e a tecnologia” (Santos, 2005, p. 32). Muitas são as concepções de participação social presentes nos debates com o intuito de apontar diferentes formas relacionadas com questões CTSA. A partir disso, Strieder e Kawamura (2017), ao fazerem um levantamento de publicações na área de ensino de ciências, identificaram cinco possibilidades de participação social na Educação CTSA:

“[...] (1P) adquirir informações e reconhecer o tema e suas relações com a ciência e a tecnologia; (2P) avaliar pontos positivos e negativos associados ao tema, envolvendo decisões individuais e situações específicas; (3P) discutir problemas, impactos e transformações sociais da ciência e da tecnologia envolvendo decisões coletivas; (4P) identificar contradições e estabelecer mecanismos de pressão; (5P) compreender políticas públicas e participar no âmbito das esferas políticas” (Strieder & Kawamura, 2017, p. 40).

Embora a pluralidade seja incontestável, essas ideias comungam entre si na percepção da busca de sentido para o ensino de ciências trabalhada na escola de modo que os conteúdos atendam à necessidade da sociedade e se vinculem à realidade dos estudantes, compreendendo as influências da entidade científica para o meio (Chowdhury, 2016). A consciência das influências de C&T, bem como a compreensão do seu processo de funcionamento são fatores cruciais para que os estudantes possam atuar frente às tomadas de decisão a serviço do progresso científico-tecnológico, orientando efetivamente o seu destino (Chowdhury, 2016). Há, portanto, o reconhecimento de que um dos objetivos que sustentam a Educação CTSA se caracteriza, especialmente, em conceder também à sociedade a responsabilidade de decisões sobre C&T; para tanto, são solicitadas decisões mais democráticas em que cada vez uma maior parcela da população seja partícipe, conferindo menor tecnocracia ao processo de tomada de decisão (Lucero, 2014).

O ensino de ciências via Educação CTSA possibilita então romper “[...] com o estilo discursivo de natureza internalista que a escola tem adotado na apresentação da natureza da ciência e que serve mais para excluir e marginalizar do que para autorizar os cidadãos” (Garcia, 2014, p. 152). Estratégias didáticas, em especial aquelas alinhadas com abordagens contextualizadas de ciência, podem ser adotadas para alcançar os objetivos pretendidos, a exemplo do uso de uma abordagem de participação pública ofertado a partir do uso de casos simulados elaborados com base em situações controversas de ciência e tecnologia (Bourscheid & Farias, 2014). Essas problematizações devem estar centradas no desenvolvimento estratégias que direcionem à tomada de decisões e às resoluções de

questões que fazem parte do cotidiano dos estudantes (Gonçalves & Silva, 2017). Vale lembrar que as práticas de Educação CTSA não podem ser vinculadas estritamente ao poder, contudo, estas são capazes de apresentar alternativas para o seu exercício (Gorur et al., 2019).

A Educação CTSA também traz consigo um alinhamento aos princípios de uma educação freireana, pois é capaz de contribuir para emancipação de uma sociedade estruturada historicamente em um processo de passado colonial, que sofreu grande exploração e, conseqüentemente, foi privada de participação nos processos de tomada de decisão, bem como de acesso a bens e serviços (Gonçalves & Silva, 2017). Essa aproximação entre Educação CTSA e os postulados de Freire também fica evidente quando ambos possibilitam o desenvolvimento de uma postura crítica diante da realidade, nesse caso das interações entre as dimensões do campo CTSA contribuindo para a formação de cidadãos conscientes, pois:

“Assim, essa crítica da realidade potencializa no referencial freireano a superação da 'cultura do silêncio': ser humano – sujeito e não objeto histórico –, sendo que, por sua vez, a crítica às interações CTSA pode levar à superação do modelo de decisões tecnocráticas: democratização das decisões em temas envolvendo CTSA” (Werlang & Pereira, 2021, p. 8).

Esse posicionamento permite, portanto, que a ênfase seja dada aos aspectos humanos e sociais das atividades científicas com foco no papel e nas interações da ciência e da tecnologia nos campos sociais, econômicos, políticos, religiosos, entre outros (Chowdhury, 2016). Todavia, a Educação CTSA deve se permitir discussões mais amplas que questionem os limites da ciência no processo de resolução dos problemas sociais e ensinar o reconhecimento da relevância da obtenção de modelos alternativos para o desenvolvimento social, capaz de satisfazer as demandas, sem implicar em problemas de variadas naturezas a exemplo da distribuição desigual de alimentos, impactos ambientais e problemas climáticos por meio da participação pública na tomada de decisão (Strieder & Kawamura, 2017). Com efeito, um dos objetivos centrais da Educação CTSA no contexto da Educação Básica deve estar centrado na promoção de um ensino de ciências que permita “[...] construir conhecimentos, habilidades e valores necessários para tomar decisões responsáveis sobre questões de ciência e tecnologia na sociedade e atuar na solução de tais questões” (Santos, 2008, p. 112).

Os princípios da Educação CTSA se coadunam com as discussões que circundam a própria atividade científica fundida diretamente com questões de natureza social, política, econômica, ambiental e cultural, reforçando, portanto, a ideia de que a ciência não se limita exclusivamente à comunidade científica e apresenta impactos para a sociedade como um todo (Santos & Mortimer, 2001). Diante disso, emerge a necessidade da intervenção da sociedade na C&T, com vistas a contribuir para considerar transformações no modo de pensar a ciência, que resultou em maiores investimentos na formação dos estudantes para que estes possam atuar na qualidade e no controle social da ciência (Santos & Mortimer, 2000).

É importante lembrar que a identificação de caráter estrutural e cultural da tecnologia possibilita entender a codependência da entidade científica dos setores sócio-políticos e dos valores associados a estes elementos. Diante disso, o cidadão passa a ter consciência das influências da tecnologia em sua existência e quais medidas podem ser adotadas para que ele passe a interferir, mais consciente e ativamente, também nesses processos (Santos & Mortimer, 2000). Essa perspectiva deve ser capaz de auxiliar os indivíduos a compreenderem

a ciência como um constructo de valor significativo para a sua vida, pois o conhecimento científico se configura em si mesmo como uma ferramenta sociopolítica que auxilia na apropriação para a participação popular em discussões relacionadas a C&T (Garcia, 2014).

É importante resgatar que, desde o período de reconhecimento da ciência como uma atividade limitada e passível a questionamentos, uma crescente lista de problemas vinculados à C&T começa a ser apontada de maneira crescente, comprometendo as concepções da sociedade acerca dessas entidades (Nascimento & Von Linsingen, 2006). Esse fenômeno resultou em olhares mais críticos para a ciência e a tecnologia concebendo, portanto, a ideia de que o modelo tradicional de progresso da ciência não se configura num processo linear e que há influências para a própria sociedade (Teixeira, 2003). À vista disso, emerge a necessidade de que os cidadãos tenham cada vez mais acesso a um ensino de ciências que possa qualificá-los para participar das decisões técnico-científicas que interferem diretamente no seu modo de vida, bem como no bem-estar de toda população. Diante disso, é fundamental que a população seja capaz de argumentar e questionar acerca dos impactos da C&T e possam influenciar nas suas agendas de pesquisa, progressos, objetivos, aplicação, influências e valores (Pinheiro, Silveira & Bazzo, 2007).

Frente a esse cenário, a Educação CTSA tem um papel grandioso e precisa estar comprometida com um ensino de ciências que fuja à lógica tradicional conceitualista e permita ofertar uma educação crítica e contextualizada de modo a favorecer a participação da sociedade em questões associadas ao desenvolvimento científico e tecnológico (Freitas, Heidemann & Araujo, 2020). Com isso, também é possível conceder ao ensino de ciências um maior interesse por parte dos estudantes, pois a Educação CTSA possibilita a inserção, no campo da Educação em Ciências, as dimensões éticas do progresso tecnocientífico, a emancipação do indivíduo a partir do desenvolvimento do pensamento crítico e, por fim, propicia a participação cidadã em questões que envolvam C&T (Rodríguez & Pino, 2019). Portanto, de modo geral, é possível afirmar que a Educação CTSA fomenta a participação pública no universo científico tecnológico, requisitando o compromisso com um ensino de ciências que traz “[...] uma abordagem que articule ciência, tecnologia e sociedade, concebendo a ciência como um processo social, histórico e não-dogmático” (Teixeira, 2003, p. 182).

Conclusão

A partir das análises dos 30 artigos selecionados e das discussões realizadas, foi possível perceber que, quando interpretado à luz dos referenciais de Lakatos e Lacey, o campo da pesquisa em Educação CTSA apresenta elementos que permitem compreendê-lo enquanto constituído de uma estrutura teórica densa e sólida. Nesse sentido, tais referenciais operam como ferramentas analíticas para a leitura dos artigos investigados, e não necessariamente como bases teóricas explicitamente mobilizadas por seus autores.

Desse modo, assinalamos a potencialidade e a densidade que o campo da pesquisa em Educação CTSA possui, mas também sinalizamos que sejam mobilizados mais estudos que

contribuam no aprofundamento dos quadros teóricos sobre e por meio da Educação CTSA, considerando não só a literatura não abarcada aqui, mas também outros marcos teóricos.

Muito embora Imre Lakatos e Hugh Lacey não tenham atuado ou se pronunciado (ao menos não explícita e abrangentemente) sobre Educação em Ciências e, muito menos, sobre a Educação CTSA, com o presente trabalho pudemos mostrar que as teorias sobre a ciência desenvolvidas por esses filósofos da ciência podem ser utilizadas para fundamentar teoricamente os estudos e práticas vinculados à Educação CTSA, cada uma a seu modo e complementando-se entre si. A partir da óptica de concepção de ciência de Lakatos, percebemos como a Educação CTSA tem definido de forma explícita seus critérios e agendas de pesquisa, promovendo, em especial, uma visão de ciência enquanto estruturas epistêmicas que estão imersas em um todo não-epistêmico. Ao nos apropriarmos dos contributos de Lacey, vemos que a Educação CTSA tem mostrado muito afínco a incentivar a participação pública nas decisões e regulamentações da ciência, principalmente ao negar a ideia de ciência livre de valores.

Apesar desta pesquisa não ter avaliado que artigos utilizaram diretamente Lakatos e Lacey, o estudo contribui para refletirmos como as concepções de Lakatos e Lacey reforçam a Educação CTSA como perspectiva capaz de articular ciência, valores e sociedade. Essa abordagem amplia a compreensão da ciência como prática humana e histórica e oferece subsídios para práticas educativas críticas e contextualizadas, que integrem dimensões éticas, sociais e ambientais à formação dos estudantes.

Porém, talvez ainda precisamos, enquanto pesquisadores do campo da Educação CTSA, investirmos em certas discussões, destacando a influência dos elementos históricos no empreendimento científico; além de criticar o predomínio das metodologias descontextualizadas e promover um ideal de ciência engajada para o bem-estar de indivíduos, sociedades e ambientes.

Reconhecemos, no entanto, que esta pesquisa possui algumas limitações que podem ser melhor desenvolvidas em momentos futuros oportunos, como: ampliar o *corpus* de análise por meio de outros filtros e combinações; realizar buscas em outras bases e bancos de dados que não os escolhidos aqui; investigar também outros arcabouços e teóricos que possam contribuir para refletir sobre os conhecimentos que fundamentam as pesquisas sobre a Educação CTSA.

Apontamos, também, como sugestão, uma análise sobre trabalhos que relatem as práticas em uma perspectiva ou abordagem confluyente à Educação CTSA, visto que aqui mobilizamos apenas estudos teóricos. Olhar sobre as práticas em contextos educativos pode promover uma outra forma de reflexão acerca das constituições do campo da Educação CTSA. Adicionamos, ainda, a necessidade de mais estudos que busquem olhar para a Educação em Ciências, em particular para a Educação CTSA, a partir de outras lentes e referenciais da Filosofia da Ciência.

Referências

- Aikenhead, G. S. (2005). Educación Ciencia-Tecnología-Sociedad (CTS): una buena idea como quiera que se le llame. *Educación Química*, 16(2), 114-124. <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2005.2.66121>
- Aikenhead, G. S. (2000). STS in Canada: From policy to student evaluation. In: D. D. Kumar & D. E. Chubin (Eds.). *Science, technology, and society: A sourcebook on research and practice* (pp. 49-89). New York: Kluwer Academic/Plenum Publishers. https://doi.org/10.1007/978-94-011-3992-2_4
- Auler, D., & Bazzo, W. A. (2001). Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro. *Ciência & Educação*, 7(1), 1-13. <https://doi.org/10.1590/S1516-73132001000100001>
- Bezerra, V. A. (2012). Valores e incomensurabilidade: meditações kuhnianas em chave estruturalista e laudiana. *Scientiae Studia*, 10(3), 455-488. <https://doi.org/10.1590/S1678-31662012000300003>
- Biscaino, A. P. (2018). A imparcialidade da ciência e suas possibilidades para educação CTS. *Revista Tecnologia e Sociedade*, 14(31), 28-40. <https://doi.org/10.3895/rt.s.v14n31.6895>
- Cardoso, A. P. S. (2017). *Contribuições da epistemologia de Hugh Lacey para a Educação CTS: o contexto da nanotecnologia*. [Tese de Doutorado, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”]. Recuperado de <https://repositorio.unesp.br/entities/publication/eb630333-b1dd-487a-a911-f8531bb3c00a>
- Cardoso, A. P. S., Caluzi, J. J., & Santos, R. A. dos. (2020). Aproximação entre a filosofia de Hugh Lacey e o campo educacional em Ciência, Tecnologia e Sociedade. *Ensaio*, 22. <https://doi.org/10.1590/21172020210127>
- Cavalcanti, D. B.; Costa, M. A. F. da; Chrispino, A. (2014). Educação Ambiental e Movimento CTS, caminhos para a contextualização do Ensino de Biologia. *Revista Práxis*, (12). <https://doi.org/10.25119/praxis-6-12-646>
- Chang, S. N.; Chiu, M. H. (2008). Lakato's Scientific Research Programmes as a Framework for Analysing Informal Argumentation about Socio-scientific Issues. *International Journal of Science Education*, 30(13), 1753-1773. <https://doi.org/10.1080/09500690701534582>
- Conrado, D. M. (2017). *Questões Sociocientíficas na Educação CTSA: contribuições de um modelo teórico para o letramento científico crítico*. [Tese de Doutorado, Universidade Federal da Bahia / Universidade Estadual de Feira de Santana]. Recuperado de <https://repositorio.ufba.br/handle/ri/24732>
- Conrado, D. M., & Conrado, I. S. (2016). Análise crítica do discurso sobre imagens da ciência e da tecnologia em argumentos de estudantes de biologia. *Revista Pesquisa Qualitativa*, 4(5), 218-231. Recuperado de <https://editora.sepq.org.br/rpq/article/view/40>
- Dambros, M., & Pasqualli, R. (2020). Atividade científica e a questão da não neutralidade da ciência: perspectiva epistemológica de Hugh Lacey. *Research, Society and Development*, 9(5), 1-17. <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i5.3318>
- Delizoicov, D., & Auler, D. (2011). Ciência, Tecnologia e Formação Social do Espaço: questões sobre a não-neutralidade. *Alexandria*, 4(2), 247-273. Recuperado de <https://biblat.unam.mx/hevila//AlexandriaFlorianopolis/2011/vol4/no2/11.pdf>
- Dionor, G. A. (2018). *Propostas de ensino baseadas em Questões Sociocientíficas: uma análise sistemática da literatura acerca do ensino de ciências na educação básica*. [Dissertação de Mestrado, Universidade Federal da Bahia / Universidade Estadual de Feira de Santana]. Recuperado de <https://repositorio.ufba.br/handle/ri/25700>
- Dixon, B. (1973[1976]). *Para que serve a ciência?* São Paulo: Nacional.
- Dutra, L. H. A. (2017). *Introdução à Teoria da Ciência*. Florianópolis: Ed. Da UFSC.
- Ercole, F. F., Melo, L. S., & Alcoforado, C. L. G. C. (2014). Revisão Integrativa versus Revisão Sistemática. *Revista Mineira de Enfermagem*, 18(1), 9-11. <https://doi.org/10.5935/1415-2762.20140001>

- Flor, T. O., Gonçalves, A. J. S., Vinholi Júnior, A. J., & Trajano V. S. (2021). Revisões de Literatura como métodos de pesquisa: aproximações e divergências. In *Anais do VI Congresso Nacional de Pesquisa e Ensino em Ciências* (p.1-12). Campina Grande, PB, Brasil. Recuperado de <https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/76913>
- Gatti, S. R. T., & Nardi, R. (2016). *A História e a filosofia da ciência no ensino de ciências: A pesquisa e suas contribuições para a prática pedagógica em sala de aula*. São Paulo: Escrituras.
- Gil-Pérez, D., Montoro, I. F., Alís, J. C., Cachapuz, A., & Praia, J. (2001). Para uma imagem não deformada do trabalho científico. *Ciência & Educação*, 7(2), 125-153. <https://doi.org/10.1590/S1516-73132001000200001>
- Hodson, D. (1998). *Teaching and learning science: towards a personalized approach*. Buckingham: Open University Press.
- Japiassu, H. (1996). *A crise da razão e do saber objetivo: as ondas do irracional*. São Paulo: Letras & Letras.
- Kemman, M. (2021). The Trading Zones Model. In M. Kemman, *Trading Zones of Digital History* (pp. 39-61). Berlin, Boston: De Gruyter Oldenbourg. <https://doi.org/10.1515/9783110682106-002>
- Kuhn, T. S. (1977). Objectivity, Value Judgment, and Theory Choice. In T. S. Kuhn, *The Essential Tension: selected studies in scientific tradition and change* (pp. 320-339). Chicago: The University of Chicago Press.
- Lacey, H. (1999). *Is science value free? Values and scientific understanding*. London: Routledge.
- Lacey, H. (2009). O lugar da ciência no mundo dos valores e da experiência humana. *Scientiae Studia*, 7(4), 681-701. <https://doi.org/10.1590/S1678-31662009000400010>
- Lakatos, I. (1971). Reply to Critics. In R. C. Buck, & R. S. Cohen (Eds.), *PSA 1970: In Memory of Rudolf Carnap Proceedings of the 1970 Biennial Meeting Philosophy of Science Association* (pp. 174-182). Dordrecht: Springer Netherlands.
- Lakatos, I. ([1978]1989). *The methodology of scientific research programmes: philosophical papers – volume 1*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Latour, B. (2004). Why Has Critique Run out of Steam? From Matters of Fact to Matters of Concern. *Critical Inquiry*, 30(2), 225-248. <https://doi.org/10.1086/421123>
- Lima, M. B., Rodrigues, J. L., Klepka, V., Corazza, M L. (2019). A natureza da ciência na concepção de licenciandos de um curso de Ciências Biológicas. *Revista NUPEM*, Campo Mourão, v. 11, n. 23, p. 122-133. <https://doi.org/10.33871/nupem.v11i23.653>
- Lopes, B. I. (2014). *O papel dos valores na ciência: Thomas Kuhn e Hugh Lacey*. [Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Maringá]. Recupero de <http://repositorio.uem.br:8080/jspui/handle/1/2751>
- Martins, R. A. (1999). O que é a ciência, do ponto de vista da epistemologia? *Caderno de Metodologia e Técnica de Pesquisa*, (9), 5-20.
- Matthews, M. R. (2018). *History, Philosophy and Science Teaching: New Perspectives*. Switzerland: Springer Nature. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-62616-1>
- Matthews, M. R. (2014). *International Handbook of Research in History, Philosophy and Science Teaching*. Dordrecht: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-94-007-7654-8>
- Matthews, M. R. (2015). *Science Teaching: The Contribution of History and Philosophy of Science*. 2. ed. New York: Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203123058>
- Matthews, M. R. (1995). História, Filosofia e Ensino de Ciências: a tendência atual de reaproximação. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, 12(3), 164-214.
- Mendes, K. D. S., Silveira, R. C. C. P., & Galvão, C. M. (2008). Revisão integrativa: método de pesquisa para a incorporação de evidências na saúde e na enfermagem. *Texto Contexto Enfermagem*, 17(4), 758-764. <https://doi.org/10.1590/S0104-07072008000400018>
- Moulines, C. U. (2020). *O desenvolvimento moderno da filosofia da ciência (1890-2000)*. São Paulo: Associação Filosófica Scientiae Studia.

- Niaz, M. (1998). A lakatosian conceptual change teaching strategy based on student ability to build models with varying degrees of conceptual understanding of chemical equilibrium. *Science & Education*, 7, 107-127. <https://doi.org/10.1023/A:1008671632536>
- Papineau, D. (1996). A epistemologia da ciência. In D. Papineau (org.), *The Philosophy of Science* (pp. 1-20). Oxford: Oxford University Press.
- Pedretti, E. (2003). Teaching science, technology, society and environment (STSE) education: preservice teachers' philosophical and pedagogical landscapes. In D. Zeidler (Org). *The role of moral reasoning on socioscientific issues and discourse in science education* (pp. 219-239). The Netherlands: Kluwer Academic Publishers. https://doi.org/10.1007/1-4020-4996-X_12
- Pedretti, E., & Nazir, J. (2011). Currents in STSE Education: mapping a complex field, 40 years on. *Science Education*, 95(4), 601-626. <https://doi.org/10.1002/sce.20435>
- Popper, K. R. ([1994]1999). *O mito do contexto: em defesa da ciência e da racionalidade*. Lisboa: Edições 70.
- Prestes, M. E. B., & Silva, C. C. (2018). *Teaching Science with Context: Historical, Philosophical, and Sociological Approaches*. Switzerland: Springer Nature. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-74036-2>
- Rodrigues, A. S. P., Sachinski, G. P., & Martins, P. L. O. (2022). Contribuições da revisão integrativa para a pesquisa qualitativa em Educação. *Linhas Críticas*, 28, 1-14. <https://doi.org/10.26512/lc28202240627>
- Rufatto, C. A., & Carneiro, M. C. (2009). A concepção de ciência de Popper e o ensino de ciências. *Ciência & Educação*, 15(2), 269-289. <https://doi.org/10.1590/S1516-73132009000200003>
- Scheid, N. M. J., Ferrari, N., & Delizoicov, D. (2007). Concepções sobre a natureza da ciência num curso de ciências biológicas: imagens que dificultam a educação científica. *Investigações em Ensino de Ciências*, 12(2), 157-181. Recuperado de <https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/470/272>
- Sganzerla, A., & Oliveira, P. E. de. (2012). Da relação entre ética e ciência: uma análise a partir da epistemologia de Karl Popper. *Princípios*, 19(31), 327-349. Recuperado de <https://periodicos.ufrn.br/principios/article/view/7503>
- Silva, O. H. M. da, Nardi, R., & Laburú, C. E. (2008). Uma estratégia de ensino inspirada em Lakatos com instrução de racionalidade por uma reconstrução racional didática. *Revista Ensaio*, 10(1), 09-26. <https://doi.org/10.1590/1983-21172008100102>
- Silveira, F. L. da. (1996). A metodologia dos programas de pesquisa: a epistemologia de Imre Lakatos. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, 13(3), 219-230. Recuperado de <https://www.if.ufrgs.br/~lang/Textos/LAKATOS.pdf>
- Steele, A. (2014). The Seventh Current: A Case for the Environment in STSE Education. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 14(3), 238-251. <http://dx.doi.org/10.1080/14926156.2014.935527>
- Teixeira, P. M. (2003). A educação científica sob a perspectiva da pedagogia histórico-crítica e do movimento CTS no ensino de ciências. *Ciência & Educação*, 9(2), 177-190. <https://doi.org/10.1590/S1516-73132003000200003>
- Tesser, G. J. (1995). Principais linhas epistemológicas contemporâneas. *Educar*, (10), 91-98. <https://doi.org/10.1590/0104-4060.131>
- Toller, U. (1991). Teaching/learning styles, performance, and students' teaching evaluation in S/T/E/S-focused Science teacher education. *Journal of Research in Science Teaching*, 28, 593-607. <https://doi.org/10.1002/tea.3660280705>
- Videira, A. A. P. (2005). A filosofia da ciência sob o signo dos *Science Studies*. *Abstracta*, 2(1), 70-83. <https://doi.org/10.24338/abs-2005.341>
- Vilches, A., Gil-Pérez, D., & Praia, J. (2011). De CTS a CTSA: educação por um futuro sustentável. In Santos, W. L. P., & D. Auler, (Orgs.). *CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisa* (pp. 161-184). Brasília: Editora Universidade de Brasília.

- Vilela, M. L., & Selles, S. E. (2020). É possível uma Educação em Ciências crítica em tempos de negacionismo científico? *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 37(3), 1722-1747.
<https://doi.org/10.5007/2175-7941.2020v37n3p1722>
- Villani, A. (2001). Filosofia da Ciência e Ensino de Ciências: uma analogia. *Ciência & Educação*, 7(2), 169-181. <https://doi.org/10.1590/S1516-73132001000200003>
- Vosgerau, D. S. R., & Romanowski, J. P. (2014). Estudos de revisão: implicações conceituais e metodológicas. *Revista Diálogo Educacional*, 14(41), 165-189.
<https://doi.org/10.7213/dialogo.educ.14.041.DS08>
- Whittemore, R., & Knalf, K. (2005). The integrative review: updated methodology. *Journal of Advanced Nursing*, 52(5), 546-553. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2648.2005.03621.x>

REFERÊNCIAS DO CORPUS DA PESQUISA

- Abreu, T. B. de, Fernandes, J. P., & Martins, I. (2013). Levantamento sobre a produção CTS no Brasil no período de 1980-2008 no campo de ensino de ciências. *Alexandria*, 6(2), 3-32. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6170814>
- Araújo, A. B., & Silva, M. A. da. (2012). Ciência, Tecnologia e Sociedade; Trabalho e Educação: possibilidades de integração no currículo da educação profissional tecnológica. *ENSAIO*, 16(1), 99-112. <https://doi.org/10.1590/1983-21172012140107>
- Auler, D., & Bazzo, W. A. (2001). Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro. *Ciência & Educação*, 7(1), 1-13. <https://doi.org/10.1590/S1516-73132001000100001>
- Autieri, S. M., Amirshokooi, A., & Kazempour, M. The science-technology-society framework for achieving scientific literacy: an overview of the existing literature. (2016). *European Journal of Science and Mathematics Education*, 4(1), 75-89. <https://doi.org/10.30935/scimath/9455>
- Bourscheid, J. L. W., & Farias, M. E. (2014). A convergência da educação ambiental, sustentabilidade, ciência, tecnologia e sociedade (CTS) e ambiente (CTSA) no ensino de ciências. *Revista Thema*, 11(1), 24-36. <https://doi.org/10.15536/thema.11.2014.24-36.183>
- Cardoso, A. P. S., Caluzi, J. J., & Santos, R. A. dos. (2020). Aproximação entre a filosofia de Hugh Lacey e o campo educacional em Ciência, Tecnologia e Sociedade. *ENSAIO*, 22, e12122. <https://doi.org/10.1590/21172020210127>
- Chowdhury, M. A. (2016). The integration of Science-Technology-Society/Science-Technology-Society-Environment and Socio-Scientific-Issues for effective science education and science teaching. *Electronic Journal of Science Education*, 20(5), 19-38. Recuperado de <https://eric.ed.gov/?id=EJ1188220>
- Farias, L. N., Miranda, W. S., & Pereira Filho, S. C. F. (2012). Fundamentos epistemológicos das relações CTS no ensino de ciências. *Amazônia*, 9(17), 63-75. Recuperado de <https://periodicos.ufpa.br/index.php/revistaamazonia/article/view/1648>
- Freitas, C. C. G., & Segatto, A. P. (2014). Ciência, tecnologia e sociedade pelo olhar da Tecnologia Social: um estudo a partir da Teoria Crítica da Tecnologia. *Cadernos EBAPE BR*, 12(2). <https://doi.org/10.1590/1679-39517420>
- Freitas, M. de, Heidemann, L. A., & Araujo, I. S. (2020). Educação em ciências na perspectiva da teoria da sociedade do conhecimento de Nico Stehr. *ENSAIO*, 22, e19224. <https://doi.org/10.1590/21172020210133>
- Galieta, T. & Von Linsingen, I. (2021). Caracterização da produção acadêmica latino-americana sobre educação CTS e temáticas socioambientais nas Jornadas ESOCITE. *Revista CTS*, 16(47), 11-41. Recuperado de <https://www.redalyc.org/journal/924/92469371002/html/>
- Garcia, G. A. M. (2014). Comprensión sobre la naturaleza de la ciencia en la enseñanza de las ciencias desde el enfoque ciencia, tecnología y sociedad (CTS). *Trilogía*, 6(11), 61-76. <https://doi.org/10.22430/21457778.496>

- Gonçalves, R. S., & Silva, L. F. (2017). Abordagens de temas a partir do enfoque CTS na Educação Básica: caracterização dos trabalhos apresentados por autores brasileiros, espanhóis e portugueses nos Seminários Ibero-Americanos CTS. *Revista CTS*, 12(34), 223-249. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92452927010>
- Gorur, R., Hamilton, M., Lundahl, C., & Sjödin, E. S. (2019). Politics by other means? STS and research in education. *Discourse*, 40(1), 1-15. <https://doi.org/10.1080/01596306.2018.1549700>
- Lucero, H. C. (2014). Estudios sobre ciencia, tecnología y sociedad: en favor del compromiso político. *Scientiae Studia*, 12(3), 511-534. <https://doi.org/10.1080/01596306.2018.1549700>
- Marulanda, C. O. (2019). La educación CTS: un espacio para la cooperación ibero-americana. *Revista CTS*, 42(14), 99-114. Recuperado de <https://www.redalyc.org/journal/924/92462512007/html/>
- Melo, T. B. de, Pontes, F. C. C. P., Albuquerque, M. B., Silva, M. A. F. B. da, & Chrispino, A. (2016). Os temas de pesquisa que orbitam o enfoque CTS: uma análise de rede sobre a produção acadêmica brasileira em ensino. *RBPEC*, 16(3), 587-606. Recuperado de <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4382>
- Nascimento, T. G., & Von Linsingen, I. (2006). Articulações entre o enfoque CTS e a pedagogia de Paulo Freire como base para o ensino de ciências. *Convergencia*, 42, 95-116. Recuperado de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-14352006000300006&lng=es&nrm=iso
- Pinheiro, N. A. M., Silveira, R. M. C. F., & Bazzo, W. A. (2007). Ciência, Tecnologia e Sociedade: a relevância do enfoque CTS para o contexto do Ensino Médio. *Ciência & Educação*, 13(1), 71-84. <https://doi.org/10.1590/S1516-73132007000100005>
- Ribeiro, T. V., Santos, A. T., & Genovese, L. G. R. (2017). A história dominante do Movimento CTS e o seu papel no subcampo brasileiro de pesquisa em ensino de ciências CTS. *RBPEC*, 17(1), 13-43. <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec201717113>
- Rodríguez, A. S. M., & Pino, J. C. D. (2019). Estudo da produção científica sobre o enfoque CTS em revistas brasileiras especializadas. *Amazônia*, 15(33), 167-182. Recuperado de <https://periodicos.ufpa.br/index.php/revistaamazonia/article/view/6091>
- Santos, M. E. V. M. dos. (2005). Cidadania, conhecimento, ciência e educação CTS. Rumo a “novas” dimensões epistemológicas. *Revista CTS*, 2(6), 137-157. Recuperado de <https://www.revistacts.net/contenido/numero-6/cidadania-conhecimento-ciencia-e-educacao-cts-rumo-a-novas-dimensoes-epistemologicas/>
- Santos, W. L. P. dos. (2008). Educação científica humanística em uma perspectiva freireana: resgatando a função do ensino de CTS. *Alexandria*, 1(1), 109-131. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6170687>
- Santos, W. L. P. dos, & Mortimer, E. F. (2001). Tomada de decisão para ação social responsável no ensino de ciências. *Ciência & Educação*, 7(1), 95-111. <https://doi.org/10.1590/S1516-73132001000100007>
- Santos, W. L. P. dos, & Mortimer, E. F. (2000). Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência – Tecnologia – Sociedade) no contexto da educação brasileira. *ENSAIO*, 2(2), 110-132. <https://doi.org/10.1590/1983-21172000020202>
- Sousa, R. G. de, & Brito, L. P. de. (2015). Controvérsias em experiências pedagógicas CTS/CTSA na formação inicial de professores de ciências: o que dizem algumas dissertações e teses brasileiras? *Amazônia*, 12(23), 85-102. Recuperado de <https://periodicos.ufpa.br/index.php/revistaamazonia/article/view/2015>
- Strieder, R. B., Torija, B. B., & Quilez, M. J. G. (2017). Ciencia-tecnología-sociedad: ¿Qué estamos haciendo en el ámbito de la investigación en educación en ciencias? *Enseñanza de las Ciencias*, 35(3), 29-49. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2232>
- Strieder, R. B., & Kawamura, M. R. D. (2017). Educação CTS: parâmetros e propósitos brasileiros. *Alexandria*, 10(1), 27-56. <https://doi.org/10.5007/1982-5153.2017v10n1p27>

Teixeira, P. M. M. (2003). A educação científica sob a perspectiva da pedagogia histórico-crítica e do movimento C.T.S. no ensino de ciências. *Ciência & Educação*, 9(2), 177-190.

<https://doi.org/10.1590/S1516-73132003000200003>

Teixeira, P. M. M. (2024). Movimento CTS como um programa de pesquisa dentro da área de educação em ciências. *Alexandria*, 17, 1-26. <https://doi.org/10.5007/1982-5153.2024.e93821>

Werlang, J., & Pereira, P. B. (2021). Educação do Campo, CTS, Paulo Freire e Currículo: pesquisas, confluências e aproximações. *Ciência & Educação*, 27, e21016. <https://doi.org/10.1590/1516-731320210016>